

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

**Contributo para uma gestão sustentável de resíduos
hospitalares em São Tomé e Príncipe: O caso de estudo dos
laboratórios de análises clínicas.**

Alzira Xavier Garcês Paixão Pereira

Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

**Contributo para uma gestão sustentável de resíduos
hospitalares em São Tomé e Príncipe: O caso de estudo dos
laboratórios de análises clínicas.**

Alzira Xavier Garcês Paixão Pereira

Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento

Tese orientada pela Professora:

Doutora Célia Dias Ferreira

Dezembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade que me foi concedida de desfrutar da vida e todos os seus mistérios.

Agradeço, a minha orientadora Professora. Dr^a Celia Dias-Ferreira, que foi uma amiga e mestre, por suas sugestões, correções, incentivos e paciência. Muito obrigada Professora és uma inspiração para mim.

Agradeço ao Professor Dr^o Nuno Sousa pela disponibilidade, por suas sugestões, correções e ajuda na análise dos dados.

Agradeço a Universidade Aberta por oferecer este curso de Doutoramento à distância e a todos os Professores que lecionaram durante o curso pelos ensinamentos transmitidos.

Agradeço a todos os participantes do inquérito: Lazes, Adelino Botelho, Maurício, Nélide, Joseldo Fernandes, Cledma, Luísa, Maria do Carmo, Estevão, Matias, Dr^a Vânia, Danilo, Suzete, Dr^o Hugo, Kheinde, Engenheira Mayra Baia, senhor Cídio, Dra Suliza Quaresma, Dra Elisangela pela paciência, disponibilidade e enorme contributo para a concretização da investigação.

Agradeço a minha mãe, Gertrudes Penhor Garcês meu porto seguro, que apesar da distância, esteve sempre presente, me dando todo amor e carinho do mundo, me apoiou de todas as formas possíveis e, pelo esforço para tornar esse sonho em realidade.

Agradeço ao meu Marido Filipe Lima Paixão Pereira pela ajuda e incentivo.

Agradeço aos meus irmãos Leonilde Garcês e Humberto Garcês e por torcerem por mim.

Agradeço aos meus tios: Agostinho Penhor, Cremilda Xavier, Oldegário Penhor, Juliana Penhor e Manuel Penhor, que não medem esforços em me ajudar em qualquer fase da minha vida.

Agradeço a minha amiga Alcmena Cibele do Espírito Santo, que me mostrou a Universidade Aberta e me incentivou a inscrever neste Doutoramento.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, Fátima Maisa e Joseldo Fernandes pelo apoio.

Agradeço as minhas amigas, Charleny Almeida, Weler Nascimento, Romy Teles Neto e Cremilde Bragança que sempre me incentivaram a continuar.

Agradecimento a todos que torceram por mim.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Gertrudes Xavier do Sacramento Penhor Garcês e a minha filha Lavínea Garcês Paixão Pereira

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, Alzira Xavier Garcês Paixão Pereira, declaro para os devidos fins que esta Tese de Doutorado é da minha autoria com a colaboração da minha orientadora Professora Doutora Célia Dias Ferreira. Declaro também que todos os resultados do presente trabalho de investigação foram obtidos por meu esforço. Os resultados aqui descritos nunca foram submetidos para avaliação e outras instituições de ensino superior. As informações retiradas dos trabalhos de outros autores foram por mim citadas no corpo do texto e referenciadas na bibliografia.

Alzira Xavier Garcês Paixão Pereira

RESUMO

Os laboratórios de análises clínicas geram resíduos que representam riscos para a saúde e meio ambiente, especialmente em países menos desenvolvidos. O objetivo do trabalho foi avaliar o estado atual da gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe e propor sugestões de melhorias. Para isso, inquéritos por questionários foram dirigidos a 14 técnicos dos diferentes laboratórios, posteriormente com intuito de saber sobre a gestão da incineradora foi feito um inquérito por entrevistas aos técnicos do Centro de Gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde, e a tomada de decisão sobre o melhor cenário para gestão dos resíduos foi realizada através do método *Analytic Hierarchy Process* na qual se inquiriu três especialistas com perfil ambiental, económico e social respetivamente. Os laboratórios geram um total de 123,7 t/ano de resíduos, o equivalente a 0,35% de todos os resíduos do país. O pré-tratamento é realizado em 50% dos laboratórios; 43% não possuem espaço próprio para armazenar os resíduos; 79% segregam apenas perfuro-cortantes, e 7% não possuem segregação na origem. Somente os resíduos perfuro-cortantes são incinerados, enquanto outros resíduos são despejados em lixeiras juntamente com os resíduos urbanos e queimados a céu aberto. Conclui-se que a maior parte dos resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas são eliminados e tratados de forma inadequada. Os três cenários propostos foram julgados como preferível em ordens diferentes de acordo com o julgamento de cada especialista, entretanto a sua implementação dependerá das condições financeira do financiador.

Palavras-chave: Incineração; Lixeiras; Resíduos perigosos; Sustentabilidade; Tecnologia de tratamento de resíduos.

ABSTRACT

Clinical analysis laboratories generate waste that poses risks to health and the environment, especially in less developed countries. The aim of this study was to assess the current state of waste management in clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe and to propose suggestions for improvements. For that, questionnaire surveys were sent to 14 technicians from different laboratories. Subsequently, in order to learn about the management of the incinerator, a survey was conducted through interviews with technicians from the Health Services Waste Management Centre. Decisions on the best scenario for waste management were made using the Analytic Hierarchy Process method, in which three experts with environmental, economic and social profiles were interviewed, respectively. The laboratories generate a total of 123.7 t/year of waste, equivalent to 0.35% of all waste in the country. Pre-treatment is carried out in 50% of the laboratories; 43% do not have their own space to store the waste; 79% segregate only sharps and 7% do not have segregation at source. Only sharps waste is incinerated, while other waste is dumped in landfills together with urban waste and burned in the open air. It is concluded that most of the waste produced in clinical analysis laboratories are disposed of and treated inadequately. The three proposed scenarios were judged as preferable in different orders according to the judgment of each expert, however their implementation will depend on the financial conditions of the funder.

Keywords: Dumpsters, Hazardous waste; Incineration; Sustainability, Waste treatment technology.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento do problema	1
1.2. Questões da investigação	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo geral	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Organização da Tese	3
1.5. Participação em eventos científicos e publicações	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	7
2.1. Definição de lixo/resíduo	7
2.2. Resíduos hospitalares.....	8
2.2.1. Definição e classificação dos resíduos hospitalares segundo a Organização Mundial da Saúde.....	9
2.2.2. Definição e classificação dos resíduos hospitalares em Portugal e na União Europeia.....	10
2.2.3. Definição e classificação dos resíduos hospitalares no Brasil	13
2.2.4. Definição e classificação dos resíduos hospitalares nos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa	16
2.3. Quantificação dos resíduos hospitalares produzidos em diversas partes do mundo	20
2.4. Riscos associados aos resíduos hospitalares	28
2.5. Legislação sobre a gestão dos resíduos hospitalares	34
2.5.1. Convenções Internacionais.....	35
2.5.2. Legislação Nacional em São Tomé e Príncipe.....	39
2.6. Gestão dos resíduos hospitalares	42
2.6.1. Problemas decorrente da má gestão dos resíduos hospitalares	45
2.6.2. Etapas de gestão dos resíduos hospitalares	47

2.7.	Tecnologias de tratamento dos resíduos hospitalares	54
2.7.1.	Tecnologia de incineração (TI)	55
2.7.2.	Pirólise.....	59
2.7.3.	Desinfecção física	63
2.7.4.	Desinfecção química	67
2.8.	Processo Analítico Hierárquico (AHP).....	68
3.	METODOLOGIA	75
3.1.	Inquérito por questionário sobre a quantidade de resíduos gerados em laboratórios de análises e destino dos mesmos (primeira fase de recolha dos dados) 76	
3.2.	Inquérito por entrevista sobre a incineradora de resíduos hospitalares (segunda fase de recolha dos dados).....	77
3.3.	Análise dos dados das primeira e segunda fases da investigação	77
3.4.	Inquérito por questionário sobre cenários alternativos de gestão de resíduos de laboratórios de análise em São Tomé e Príncipe (terceira fase de recolha dos dados) 79	
4.	DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....	80
4.1.	Contexto geográfico.....	80
4.2.	Contexto socioeconómico.....	86
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
5.1.	Caracterização dos laboratórios de análises clínicas em STP.....	91
5.2.	Gestão de resíduos de laboratórios de análises clínicas.....	91
5.2.1.	Geração de resíduos (etapa 1)	92
5.2.2.	Segregação na Fonte (etapa 2).....	95
5.2.3.	Pré-tratamento (etapa 3)	97
5.2.4.	Remoção e descarte (etapa 4).....	97
5.2.5.	Recolha e transporte (etapa 5).....	99
5.2.6.	Tratamento e Eliminação (etapa 6 e 7 respetivamente)	100
5.3.	Panorama da incineração de São Tomé	104

5.4. ODS associados a problemática de gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe	106
5.5. Proposta de uma alternativa para gestão dos resíduos hospitalares com base na perceção dos especialistas usando o método AHP.....	110
5.5.1. Cenários alternativos para a gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas	110
5.5.2. Critérios e subcritérios relevantes ao processo AHP.....	115
5.5.3. Hierarquização pelos especialistas dos cenários de gestão de resíduos dos laboratórios de análises clínicas.....	118
6. CONCLUSÃO	129
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
ANEXOS	143
Anexo I: Artigo publicado	143
Anexo II: Artigo Submetido	167
Anexo III: Inquérito por Questionário dirigido aos técnicos de laboratório.	191
Anexo IV: Inquérito por Entrevista	194
Anexo V: Inquérito por Questionário dirigido aos tomadores de decisão/especialistas	197
Anexo VI: Resposta inquérito por questionário (primeira fase): Módulo 1	220
Anexo VII: Resposta inquérito por entrevista (segunda fase)	227
Anexo VIII: Dados AHP	229

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Número de artigos publicados citando os diferentes termos para designar os resíduos hospitalares.	9
Figura 2.2:	Projeção do crescimento da população de São Tomé e Príncipe até 2035	27
Figura 2.3:	Hierarquia de gestão de resíduos	43
Figura 2.4:	Esquema de fluxo simplificado do processo de incineração	57
Figura 2.5:	Esquema de fluxo simplificado do processo de incineração	58
Figura 2.6:	Esquema simplificado de tecnologias de micro-ondas em lote e semicontínuos	64
Figura 2.7:	Esquema simplificado de uma autoclave pré-vácuo	66
Figura 2.8:	Modelo de estrutura hierárquica proposto por Saaty	70
Figura 4.1:	Localização Geográfica de São Tomé e Príncipe	80
Figura 4.2:	Mapa da Ilha de São Tomé com as divisões dos respetivos distritos	81
Figura 4.3:	Mapa da Ilha do Príncipe	82
Figura 4.4:	Área de queima de resíduo na lixeira de Penha, na ilha de São Tomé	83
Figura 4.5:	A seta indica o riacho passando dentro da área ocupada pela lixeira de Penha com morador fazendo o seu uso para lavar roupa	83
Figura 4.6:	Mapa da localização das lixeiras	85
Figura 4.7:	Área da lixeira de Penha no ano de 2002	89
Figura 5.1:	Etapas de gestão dos resíduos de laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe	92
Figura 5.2:	Identificação e classificação dos resíduos produzidos em laboratórios de análises clínicas.	94
Figura 5.3:	Resíduos hospitalares produzidos nos laboratórios de análises clínicas de São Tomé e Príncipe.	95
Figura 5.4:	Segregação de objetos perfuro-cortantes. A seta indica onde os objetos perfuro-cortantes são colocados	97

Figura 5.5:	Casa de resíduo com resíduos em sacos, caixas e lixeiras aguardando a coleta	98
Figura 5.6:	Veículo usado para recolha de resíduos de Serviço de Saúde pelo CGRSS	99
Figura 5.7:	Frequência de recolha dos resíduos hospitalares mistos dos laboratórios de análises clínicas	100
Figura 5.8:	Eliminação de resíduos hospitalares dos 14 laboratórios de São Tomé e Príncipe	101
Figura 5.9:	Despejo e queima de resíduos hospitalares na lixeira “Lixeira de Neves” no distrito de Lembá, São Tomé	102
Figura 5.10:	Queima de resíduo e poluição do ar na lixeira de Penha, na ilha de São Tomé	103
Figura 5.11:	Cenário atual da gestão dos resíduos de laboratório de análises clínicas	103
Figura 5.12:	Incineradora no CGRSS, Ilha de São Tomé. Superior: vista lateral; em baixo: vista frontal	104
Figura 5.13:	Produto final da incineração	106
Figura 5.14:	Representação esquemática do Cenário 1	111
Figura 5.15:	Representação esquemática do Cenário 2	112
Figura 5.16:	Representação esquemática do Cenário 3	113
Figura 5.17:	Estrutura hierárquica geral do Método AHP deste estudo	118

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1:	Classificação dos resíduos hospitalares de acordo com a OMS	10
Tabela 2.2:	Classificação dos resíduos hospitalares em Portugal (Despacho nº 242/96)	11
Tabela 2.3:	Lista de resíduos relacionados com prestação de cuidados de saúde em seres humanos e animais de acordo com a LER (Decisão 2014/955/UE).	13
Tabela 2.4:	Classificação dos resíduos de serviços de saúde no Brasil (RDC nº 222/2018)	14
Tabela 2.5:	Classificação dos resíduos hospitalares e de serviços de saúde em Angola (Decreto Presidencial nº 160/2014)	17
Tabela 2.6:	Classificação dos resíduos hospitalares em Moçambique (Decreto-Lei nº 8/2003)	19
Tabela 2.7:	Geração total de resíduos e infetantes por tipo de unidade de saúde (Paquistão, Tanzânia, África do Sul e Estados Unidos da América).	23
Tabela 2.8:	Principais resíduos hospitalares produzidos nos laboratórios de análises clínicas	25
Tabela 2.9:	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	38
Tabela 2.10:	Vantagens e desvantagens da incineração	57
Tabela 2.11:	Vantagens e desvantagens da pirólise	60
Tabela 2.12:	Vantagens e desvantagens do micro-ondas no tratamento de resíduos de saúde	64
Tabela 2.13:	Vantagens e desvantagens do autoclave	66
Tabela 2.14:	Comparação entre as tecnologias de tratamento térmico de resíduos de saúde	66
Tabela 2.15:	Vantagens e desvantagens do tratamento químico	68
Tabela 2.16:	Matriz de decomposição	71
Tabela 2.17:	Tabela fundamental de Saaty para atribuição de pesos	71
Tabela 2.18	Valores do índice randômico	74

Tabela 5.1:	Tipos de laboratórios de análises clínicas em funcionamento em São Tomé e Príncipe em 2022	91
Tabela 5.2:	Resíduos gerados em laboratórios clínicos durante a etapa de amostragem e a etapa analítica	93
Tabela 5.3:	Classificação do nível de separação de resíduos em laboratórios analíticos	96
Tabela 5.4:	Problemas na gestão dos resíduos hospitalares dos laboratórios de análises clínicas, sugestões de melhoria e ODS relevantes	106
Tabela 5.5:	Vantagens e desvantagens dos cenários alternativos de gestão de resíduos de laboratório em São Tomé e Príncipe	114
Tabela 5.6:	Síntese dos critério e subcritérios	116
Tabela 5.7:	Prioridades dos critérios em relação ao objetivo na perspetiva dos especialistas	119
Tabela 5.8:	Prioridades dos subcritérios ambientais, na perspetiva dos especialistas	120
Tabela 5.9:	Prioridades dos subcritérios económicos, na perspetiva dos especialistas	120
Tabela 5.10:	Prioridades dos subcritérios sociais, na perspetiva dos especialistas	121
Tabela 5.11:	Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “eliminação do risco biológico”, na perspetiva dos especialistas	122
Tabela 5.12:	Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “eliminação do perfuro-cortante”, na perspetiva dos especialistas	123
Tabela 5.13:	Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “eliminação dos resíduos químicos”, na perspetiva dos especialistas	123
Tabela 5.14:	Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “custo de aquisição”, na perspetiva dos especialistas	124
Tabela 5.15:	Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “custo manutenção”, na perspetiva dos especialistas	125

Tabela 5.16:	Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “geração de emprego”, na perspectiva dos especialistas	126
Tabela 5.17:	Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “geração de emprego”, na perspectiva dos especialistas	127
Tabela 5.18:	Hierarquização final das alternativas	128

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
CA	Custo com aquisição
CGRSS	Centro de Gestão de Resíduos Sanitários de São Tomé
CM	Custo de manutenção
COES	Centro das Operações das Emergências em Saúde
COVID-19	Doença de Coronavírus-19
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CPLP	Comunidade de Países de Língua Oficial Portuguesa
DENV	Vírus da dengue
DGS	Direção Geral de Saúde
DS	Desenvolvimento Sustentável
EMAE	Empresa de Água e Electricidade
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ERB	Eliminação dos riscos biológicos
ERQ	Eliminação dos riscos químicos
ETN	Equipa Técnica Nacional
EUA	Estados Unidos da América
FCC	Fluid Catalytic Cracking
FCT	Faculdade de Ciências e Tecnologias
GAVI	Aliança Global para Vacinas e Imunização
GE	Geração de emprego
HBV	Vírus da hepatite B
HCV	Vírus da hepatite C
HCW	Health-care wastes
HIV	Vírus da imunodeficiência humana
IC	Índice de consistência
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano

INE	Instituto Nacional de Estatística
IR	Índice randômico
ISCSVM	Instituto Superior de Ciências da Saúde Victor Sá Machado
ISEC	Instituto Superior de Educação e Comunicação
IUCAI	Instituto Universitário de Contabilidade, Administração e Informática
LCD	Países menos desenvolvidos
LER	Lista Europeia de Resíduos
MERSCoV	Coronavírus da Síndrome Respiratória do Oriente Médio
MCDA	Multiple Criteria Decision Aid
MCDM	Multiple Criteria Decision Making
MW	Medical Wastes
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONGs	Organizações Não-Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
OT	Temperaturas de operação
PALOP	Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa
PENGeR	Plano Estratégico Nacional de Prevenção e Gestão dos Resíduos
PCI	Prevenção e Controlo das Infecções
PCR	Reação em Cadeia de Polimerase
PGRSS	Plano de Gestão de Resíduos Perigosos Hospitalares
pH	Potencial de hidrogénio
PIB	Produto Interno Bruto
PIC	Produtos de combustão incompleta
PNUD	Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento
POPs	Poluentes Orgânicos Persistentes
RC	Razão de consistência
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RDSTP	República Democrática de São Tomé e Príncipe
RH	Resíduo Hospitalar
RPC	Destruição dos resíduos perfuro-cortantes
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde

RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RT	Risco de trabalho
SARS-CoV	Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave
SARS-CoV-2	Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave do tipo 2
STP	São Tomé e Príncipe
TD	Tecnologia de Desinfecção
TI	Tecnologia de incineração
UNECE	Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
VRT	Tempo de residência do vapor

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do problema

São Tomé e Príncipe (STP) é um pequeno estado insular composto por duas ilhas principais (ilhas de São Tomé e do Príncipe) e vários ilhéus. No passado, a cidade de São Tomé foi considerada a cidade mais limpa do continente Africano. Entretanto, ultimamente tem sido visível o aumento da acumulação de resíduos em quase toda a parte da cidade. Para além dos resíduos domésticos existem os resíduos produzidos nos laboratórios durante a realização das atividades experimentais ou de análises. Esses resíduos, devido à presença de materiais biológicos são capazes de causar infeção, objetos perfurantes-cortantes potencial ou efetivamente contaminados, produtos químicos perigosos, os quais podem causar problemas à saúde e ao meio ambiente. Por isso, exigem uma forma específica de recolha, armazenamento, transporte e destino final de forma a minimizar os impactos no ambiente.

Assim, surgiu este trabalho que teve como foco a gestão de resíduos nos laboratórios de análises clínicas humanas e veterinárias existentes no arquipélago, mais especificamente, nas práticas de descarte e eliminação dos resíduos nestes laboratórios. Os resultados deste estudo são de extrema importância porque ajudarão a melhorar a gestão dos resíduos hospitalares no país, pois, por meio de boas práticas de gestão dos resíduos hospitalares, pode-se não apenas oferecer cuidados de saúde mais seguros e eficazes, mas também criar um ambiente de trabalho que valoriza e protege os profissionais. Isso resulta em um ciclo positivo de atendimento de qualidade e bem-estar para todos os envolvidos. Esses factos mostram a relevância e pertinência da realização do presente estudo.

Além disso, quando se compara a forma de produtividade nos laboratórios de análises clínicas com o da indústria, pode-se considerar que a pressão de suas instalações sobre o meio ambiente é mínima, comparada aos aspetos ambientais abrangidos por grandes empreendimentos industriais. Entretanto, o marco diferencial é que nos laboratórios de análises clínicas é comum o manuseio de substâncias consideradas perigosas à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, mesmo que apresentem uma baixa geração de resíduos, o facto de serem descartados por longos períodos em locais impróprios, sem tratamento, e numa quantidade em ascensão, inevitavelmente leva à ocorrência de impactes adversos preocupantes, nos dois principais elementos ambientais expostos, conforme as características dos mesmos (sólidos ou líquidos) - solo e água.

Para a sociedade, os laboratórios exercem a função de buscar respostas e provas científicas que possibilitem melhorias para o bem-estar da população. Recentemente, os laboratórios de análises clínicas tiveram grande impacto na resposta a pandemia da doença por coronavírus 19 (COVID-19), relativamente na caracterização, sequenciamento e identificação das variantes do vírus e principalmente na busca pela vacina mais adequada para o combate ao coronavírus 2019. Esta delimitação do campo de investigação reflete a formação da investigadora (em biologia), a sua área de trabalho profissional (laboratório de análises) e os seus atuais interesses de investigação (Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento). Uma vez que a investigadora trabalha em um laboratório de análises clínicas em São Tomé poderia à partida assumir que nos restantes laboratórios os procedimentos eram semelhantes. Por isso, foi necessário durante a investigação cuidado para não generalizar o que acontece no laboratório onde trabalho com os restantes laboratórios. Por outro lado, é através da experiência prática da investigadora que surgiu a ideia deste tema de trabalho de investigação.

Além de tentar perceber como é atualmente feita a gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas, com este trabalho pretende-se também identificar os principais constrangimentos e as melhores alternativas para fazer a gestão deste tipo de resíduo. Para isso usou-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) como uma ferramenta de ajuda na tomada de decisão junto aos decisores. Assim pode-se selecionar ações sustentáveis que visam mudanças que irão adequar a gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe.

1.2. Questões da investigação

Atualmente desconhece-se como são descartados e eliminados os resíduos de laboratório de análises clínicas em STP. Tudo parece indicar que estes são descartados em conjunto com os resíduos indiferenciados, originando um impacto desconhecido sobre o ambiente. E esses impactos estão relacionados com as quantidades geradas de resíduos, as suas características de toxicidade e perigosidade e as operações a que os resíduos são submetidos, nomeadamente a sua recolha, transporte, tratamento e eliminação. Estas operações estão dependentes da legislação e das infraestruturas e recursos disponíveis localmente. Já as estratégias de sustentabilidade estão relacionadas com estratégias de gestão destes resíduos definidas a nível do governo e pelas práticas de descarte adotadas pelos próprios laboratórios. **Mas o que de facto acontece aos resíduos produzidos nos**

laboratórios de análises clínicas em São Tomé? Quais os principais constrangimentos encontrados na gestão dos resíduos de laboratórios de análises clínicas? O que pode ser feito para melhorar a gestão deste tipo de resíduo? Estas são as perguntas que nortearam este trabalho de investigação. Para tentar responder a estas perguntas foram traçados alguns objetivos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho foi saber como é atualmente feita a gestão dos resíduos produzidos nos laboratórios de análise clínicas de STP, identificar constrangimentos e contribuir com melhorias para uma gestão sustentável.

1.3.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Identificar e quantificar os tipos de resíduos produzidos nos laboratórios de análise clínicas de STP;
- Saber como é atualmente feito o descarte e eliminação dos resíduos produzidos nos laboratórios de análise clínicas de STP;
- Conhecer a perceção dos técnicos de laboratório sobre o a gestão dos resíduos de laboratórios de análises clínicas;
- Entender a dinâmica do funcionamento e da gestão da incineradora de São Tomé;
- Fornecer dados sobre a gestão de resíduos de laboratórios de análises em São Tomé que permitam sustentar propostas de melhoria do atual sistema de gestão destes resíduos.

1.4. Organização da Tese

A tese está dividida em seis capítulos distintos.

O primeiro capítulo é o da introdução, onde é feito um breve enquadramento do estudo e onde constam os objetivos da investigação.

No segundo capítulo consta a revisão de literatura, onde é feito um enquadramento teórico de alguns temas que ajudarão a compreender a investigação desenvolvida. Assim sendo, começou-se por definir resíduos e mencionadas as suas principais formas de classificação. Foram identificadas as etapas de gestão dos resíduos hospitalares, as

principais tecnologias utilizadas para o tratamento desse tipo de resíduos, a influência dos resíduos hospitalares na transmissão de doenças e poluição ambiental e a legislação vigente em STP sobre a gestão dos resíduos hospitalares.

As estratégias de recolha, tratamento e análise dos dados relativamente a diferentes fases da investigação e as opções metodológicas de acordo com os objetivos preconizados estão descritas no capítulo três.

A descrição do caso de estudo encontra-se no capítulo quatro, onde está descrito a área de estudo e também aspetos geográficos, sociais e económicos país.

O quinto capítulo do trabalho foi reservado para os resultados e discussão. Ali estão apresentados os principais resultados obtidos durante este trabalho de investigação, os quais foram descritos em subcapítulos para melhor organização dos mesmos.

Seguidamente vêm as principais conclusões surgidas através das análises dos resultados obtidos, e que comporão o capítulo seis.

Posteriormente apresentam-se as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração deste trabalho e, por fim, os anexos.

1.5. Participação em eventos científicos e publicações

Os resultados alcançados ao longo da investigação proporcionaram a participação em eventos científicos, como congressos e conferências. Nestes eventos foram apresentados trabalhos orais, os quais foram publicados nos repositórios das instituições organizadoras. Foram também publicados dois artigos científicos em revistas científicas, tendo sido submetido mais um em 2024, que aguarda publicação. Segue-se uma listagem destes trabalhos.

Participação em eventos científicos

- e-Sustainability 21 “Desafios para o Desenvolvimento Sustentável”.
Data: 1 e 2 julho de 2021.
Título do trabalho: Gestão dos medicamentos, influência na geração de resíduos: Um estudo de caso em São Tomé e Príncipe.
Forma de apresentação: Oral.
Link: <http://hdl.handle.net/10400.2/11986>.
- e-Sustainability 22 “Desafios para o Desenvolvimento Sustentável”.
Data: 8 e 9 de junho de 2022.

Título do trabalho: Quantidades, recolha e destino final dos resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe.

Forma de apresentação: Oral.

Link: <http://hdl.handle.net/10400.2/13073>.

- Corfu - 9th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Grécia.

Data: 15 a 18 junho de 2022.

Título do trabalho: Generation, sorting and discarding of waste from clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe.

Forma de apresentação: Oral.

Link: generalchemistry.chemeng.ntua.gr/uest/corfu2022/presentations/VII/I/1745.mp4.

- CERNAS “1.º Encontro de doutorandos e pós-doutorados do CERNAS, Escola Superior Agrária do Politécnico de Coimbra (ESAC-IPC)”.

Data: 8 de julho de 2022.

Título do trabalho: Perceção dos técnicos dos laboratórios de análises clínicas sobre a gestão dos resíduos deste setor em São Tomé e Príncipe.

Forma de apresentação: Oral.

Link: <http://hdl.handle.net/10400.2/14336>.

- Semana académica da Universidade de São Tomé e Príncipe.

Data: 21 de maio de 2024.

Título do trabalho: Situação atual da gestão dos resíduos sólidos produzidos nos laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe.

Forma de apresentação: Oral.

Publicação em revista científica

- Título do trabalho: Healthcare waste from clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe – current state and constraints in the framework of least developed countries (anexo I).

Nome da revista: Sustainable Chemistry and Pharmacy.

Data de publicação: novembro de 2023.

Link: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101318>.

- Título do trabalho: Lixeira de Penha e os resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas de São Tomé e Príncipe: um olhar para sustentabilidade das nossas ações.

Nome da revista: UI_IPSantarém.

Data de publicação: dezembro de 2023.

Link: <https://doi.org/10.25746/ruiips.v11.i4.34115>.

- Título do trabalho: Evaluation of alternatives for the treatment of hospital waste by applying the Analytical Hierarchy Process method in the context of Small Island Developing States - São Tomé and Príncipe (anexo II)

Nome da revista: Sustainable Chemistry and Pharmacy

Data de Submissão: setembro de 2024

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Definição de lixo/resíduo

Segundo Mucelin & Bellini (2008), lixo é uma palavra latina (*lix*) que significa cinza, vinculada às cinzas dos fogões. Estes autores citam o trabalho de Ferreira (1999), que define lixo como “aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, tudo o que não presta e se joga fora, sujeira, sujeira, imundície, ou seja, coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor”. No entanto, os mesmos autores citam ainda o trabalho de Jardim & Wells (1995) onde lixo é definido como “os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis”.

Mucelin & Bellini (2008), na sua pesquisa feita sobre o tema “Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano” questionaram o que a palavra lixo significava. Apesar de não buscarem uma definição formal, em resposta para a maioria dos entrevistados o lixo era percebido como algo que não tinha mais utilidade, uma sobra de material descartável, aquilo que as pessoas desejavam jogar fora, geralmente, vinculado à sujeira e ao mau cheiro. Não obstante, o lixo também foi percebido e considerado como um conjunto de materiais com valor económico agregado.

Ainda na definição de lixo surge na literatura uma discussão acerca do termo mais correto a ser usado, lixo ou resíduo. Neste sentido, Vieira & Godoy (2020) propõem o vocabulário composto resíduo/lixo. Os mesmos autores argumentam que o termo lixo foi evoluindo através do tempo, tendo inicialmente surgido para denominar as cinzas que resultavam do processo pelo qual o fogo era utilizado pelas antigas civilizações, com a finalidade de destruição do que sobrava das atividades humanas. Desse modo segundo os autores não se justifica chamar cinza a materiais ou objetos que não foram incinerados e jogados fora, tais como: utensílios domésticos, roupas, jornais, revistas, listas telefónicas e outros objetos que, por diversas razões, não mais interessam aos utilizadores.

Por este motivo Vieira & Godoy (2020) ressaltam que não há um só conceito e nem sempre existe concordância na literatura para caracterizar os materiais que resultam do uso e consumo de bens e serviços, que as pessoas denominam simplesmente como lixo. Assim, o uso do vocábulo composto resíduo/lixo, segundo esses autores, justifica-se porque, apenas, o termo lixo não é adequado para nomear a quantidade e diversidade, em peso, tamanho, forma, composição etc, dos objetos que, nas últimas décadas, diária e crescentemente são gerados no cotidiano da população, seja no lar, no trabalho ou no usufruto do lazer.

Portanto, Vieira & Godoy (2020) concluem que o termo resíduo é o mais apropriado para identificar a situação em que esses objetos se encontram, enquanto a palavra lixo, por sua vez, seja mais adequada para designar a sujeira miúda, resultante do asseio dos locais, onde são desenvolvidas as atividades humanas. No presente documento será utilizada a designação resíduo.

Em São Tomé e Príncipe a definição do resíduo encontra-se na alínea *a*) do Artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 36/99. De acordo com esse Decreto, o resíduo é “conjunto de materiais, podendo ser o que resta de matérias-primas, após a sua utilização e que não possa ser considerado subprodutos ou produtos, de que o seu possuidor pretenda ou tenha necessitado de deste se desembaraçar”.

2.2. Resíduos hospitalares

Para que ocorra a gestão adequada de qualquer tipo de resíduo produzido é importante fazer a sua classificação. Assim pode-se determinar a forma como os mesmos devem ser tratados ou identificar os cuidados necessários durante o seu manuseio desde a produção até ao destino final. Por outro lado, a classificação dos resíduos constitui-se um instrumento de fundamental relevância no que concerne à gestão de resíduos, uma vez que cada tipo de resíduo apresenta propriedades e efeitos diferentes sobre a saúde humana e o ambiente, requerendo um tratamento específico.

Os resíduos podem ser classificados de acordo a sua origem e de acordo com a sua perigosidade. Relativamente à sua origem os resíduos podem ser classificados em: Resíduo Industrial, Resíduo Doméstico, Resíduo Hospitalar, Resíduo Comercial ou Agrícola (Mota et al., 2004).

O foco principal deste trabalho são os resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas, que se encontram englobados nos resíduos hospitalares.

Não existe uma definição única de resíduos hospitalares. Termos como resíduos médicos, resíduos de serviço de saúde, resíduos biomédicos, resíduos hospitalares, resíduos infecciosos têm sido frequentemente utilizados na literatura internacional, muitas vezes querendo referir-se ao mesmo tipo de resíduos. A Figura 2.1 mostra o número de artigos encontrados que usam os diferentes termos. De acordo com a busca feita na base de dados da *ScienceDirect*, o termo *Medical Wastes* (MW) foi o que mais se destacou com um total de 6915 artigos até o ano de 2023.

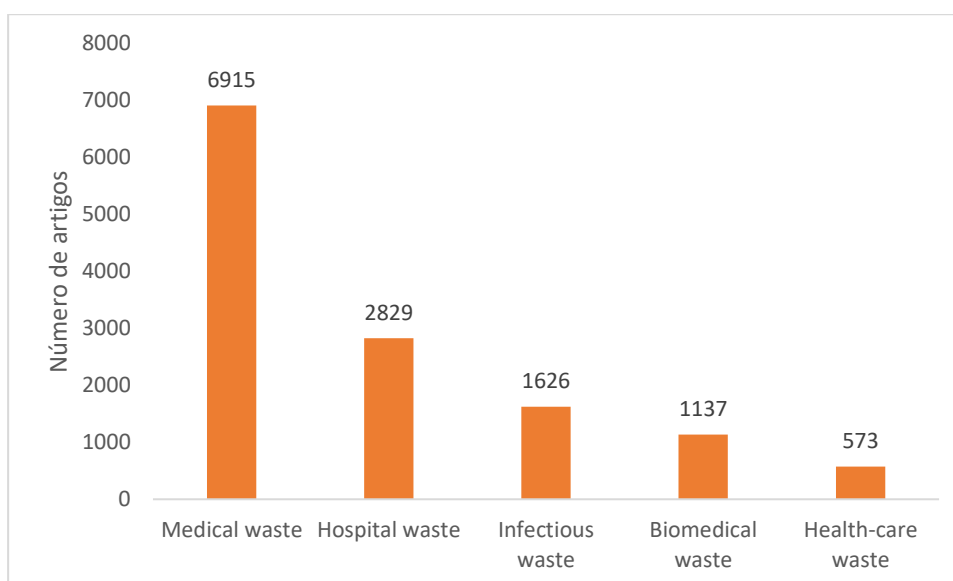


Figura 2.1: Número de artigos publicados citando os diferentes termos para designar os resíduos hospitalares.

De seguida são abordadas, com mais detalhe, as definições e classificações de resíduos hospitalares em diferentes contextos geográficos e institucionais, desde a Organização Mundial de Saúde (OMS), Portugal e a União Europeia, Brasil e nos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa, onde se inclui STP.

2.2.1. Definição e classificação dos resíduos hospitalares segundo a Organização Mundial da Saúde

A OMS começa por definir resíduos hospitalares como todos os resíduos gerados dentro dos estabelecimentos de saúde, centros de pesquisa e laboratórios relacionados a procedimentos médicos (WHO, 2014). Além disso, inclui os mesmos tipos de resíduos provenientes de pequenas e fontes dispersas, incluindo resíduos produzidos no decurso dos cuidados de saúde prestados em casa (por exemplo, casa diálise, autoadministração de insulina e cuidados de recuperação).

Os resíduos hospitalares são compostos por resíduos não perigosos ou gerais (75-90%) e resíduos perigosos (10-25%). Os resíduos gerais não apresentam perigos físicos, químicos, biológicos ou radioativos. Tais resíduos são gerados pelos serviços administrativos, de alimentação, limpeza nas instalações de saúde. Os resíduos perigosos por sua vez são categorizados em sete grupos principais, dependendo de suas

características e níveis de risco: resíduos perfuro-cortantes, resíduos infecciosos, resíduos patológicos, resíduos farmacêuticos, resíduos citotóxicos, resíduos químicos e resíduos radioativos. No manual “*Safe management of wastes from health-care activities*” (WHO, 2014) é possível observar as definições de cada uma destas categorias, resumidas na tabela 2.1.

Tabela 2.1: Classificação dos resíduos hospitalares de acordo com a OMS.

Categoria	Definição (tradução de WHO, 2014)
Resíduos hospitalares perigosos	
Resíduos perfuro-cortantes	Objetos perfuro-cortantes usados ou não usados (por exemplo, agulhas hipodérmicas; intravenosas ou outras; seringas com agulhas anexadas; conjuntos de infusão; bisturis; pipetas; facas; lâminas; vidro quebrado).
Resíduos infecciosos	Resíduos suspeitos de conter agentes patogénicos e que representem um risco de transmissão de doença (por exemplo, resíduos contaminados com sangue e outros fluídos corporais; culturas laboratoriais e <i>stocks</i> microbiológicos; incluindo excrementos e outros materiais que tenha estado em contato com pacientes isolados com doenças altamente infecciosas).
Resíduos patológicos	Resíduos patológicos, tecidos, órgãos ou fluídos humanos; partes do corpo, fetos, produtos sanguíneos não utilizados.
Resíduos farmacêuticos	Produtos farmacêuticos que expiram ou que não são mais necessários; itens contaminados por ou contendo produtos farmacêuticos.
Resíduos citotóxicos	Resíduos citotóxicos contendo substâncias com propriedades genotóxicas (por exemplo, resíduos contendo medicamentos citostáticos - frequentemente utilizadas no tratamento do cancro).
Resíduos químicos	Resíduos contendo substâncias químicas (por exemplo, reagentes de laboratório, revelador de filme; desinfetantes que expiram ou que não são mais necessários; solventes; resíduos com alto teor de metais pesados, e baterias; termómetros quebrados e medidores de pressão sanguínea).
Resíduos radioativos	Resíduos contendo substâncias radioativas (por exemplo, líquidos não utilizados de radioterapia ou pesquisa em laboratório; artigos de vidro contaminados, embalagens ou papel absorvente; urina e excrementos de pacientes tratados ou testados com radionuclídeos não selados; fontes seladas).
Resíduos hospitalares não perigosos	Resíduo que não representa nenhum risco biológico, químico, radioativo ou físico específico.

2.2.2. Definição e classificação dos resíduos hospitalares em Portugal e na União Europeia

O Decreto-Lei nº 102-D/2020, de 10 de dezembro estabelece medidas aplicável às operações da gestão de resíduos destinadas a prevenir ou reduzir a produção de

resíduos, o seu carácter nocivo e os impactes adversos decorrentes da sua produção e gestão, bem como a diminuição dos impactes associados à utilização dos recursos, de forma a melhorar a eficiência da sua utilização e a proteção do ambiente e da saúde humana. De acordo com o Artigo 3.º (definições), alínea *ii*, do Decreto-Lei nº 102-D/2020, os **resíduos hospitalares** são definidos como “os resíduos resultantes de atividades de prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou a animais, nas áreas da prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou investigação e ensino, bem como de outras atividades envolvendo procedimentos invasivos, tais como acupuntura, piercings e tatuagens, e o resíduo resultante da tanatopraxia”. Ainda no Artigo 3.º alínea *dd* do mesmo decreto, define-se **resíduo perigoso** como “o resíduo que apresenta uma ou mais características de perigosidade”.

O Despacho nº 242/1996, de 13 de agosto, classifica os resíduos hospitalares em quatro grupos: resíduos dos grupos I e II (resíduos não perigosos) e resíduos dos grupos III e IV (resíduos perigosos). Os resíduos do grupo I são equiparados a urbanos, os do grupo II são resíduos hospitalares não perigosos, os do grupo III são resíduos hospitalares de risco biológico e por fim, os do grupo IV são resíduos hospitalares específicos. Na Tabela 2.2 apresentam-se os tipos de resíduos que constituem cada grupo.

Tabela 2.2: Classificação dos resíduos hospitalares em Portugal (Despacho nº 242/96).

Tipos de resíduos	Descrição
Resíduos não perigosos	
Grupo I Resíduos equiparados a urbanos	São aqueles que não apresentam exigências especiais no seu tratamento. Resíduos provenientes dos serviços gerais (como de gabinetes, salas de reunião, salas de convívio, instalações sanitárias, vestuários, etc); Resíduos provenientes de serviços de apoio (como oficinas, jardins, armazéns e outros); Embalagens e invólucros comuns (como papel, cartão, mangas mistas e outros de idêntica natureza); Resíduo proveniente de hotelaria resultantes de confeção e restos de alimentos servidos a doentes não incluídos no grupo III.
Grupo II Resíduos hospitalares não perigosos	São aqueles que não estão sujeitos a tratamentos específicos, podendo ser equiparados a urbanos. Material ortopédico: talas, gessos e ligaduras gessadas não contaminados e sem vestígios de sangue; Fraldas e resguardos descartáveis não contaminados e sem vestígios de sangue; Embalagens vazias de medicamentos e de outros produtos de uso clínico e ou comum, com exceção dos incluídos no grupo III e no grupo IV; Frascos de soros não contaminados com exceção dos do grupo IV.

Resíduos perigosos	
Grupo III Resíduos hospitalares de risco biológico	<p>São resíduos contaminados ou suspeito de contaminação, suscetível de incineração ou de pré-tratamento eficaz, permitindo posterior eliminação como resíduo urbano.</p> <p>Todos dos resíduos provenientes de quartos ou enfermagem de doentes infecciosos ou suspeitos, de unidades de hemodiálise, de blocos operatórios, de salas de tratamento, de salas de autópsia e de anatomia patológica, de patologia clínica e de laboratórios de investigação, com exceção dos do grupo IV</p> <p>Todo material usado em diálise;</p> <p>Peças anatómicas não identificáveis;</p> <p>Resíduos que resultam da administração de sangue e derivados;</p> <p>Sistemas utilizados na administração de soros e medicamentos, com exceção dos do grupo IV;</p> <p>Sacos coletores de fluidos orgânicos e respetivos sistemas:</p> <p>Material operatório: talas, gessos e ligaduras gessadas contaminados ou com vestígios de sangue; material de prótese retirado a doentes;</p> <p>Fraldas e resguardos descartáveis contaminados ou com vestígios de sangue;</p> <p>Material de proteção individual utilizado em cuidado de saúde e serviço de apoio geral em que haja contatos com produtos contaminados (luva, máscara, aventais e outros).</p>
Grupo IV Resíduos hospitalares específicos	<p>São resíduos de vários tipos de incineração obrigatória.</p> <p>Peças anatómicas identificáveis, fetos e placentas, até a publicação da legislação específica;</p> <p>Cadáveres de animais de experiência laboratorial;</p> <p>Materiais cortantes e perfurantes: agulhas, cateteres e todo o material invasivo;</p> <p>Produtos químicos e fármacos rejeitados, quando não sujeitos a legislação específica;</p> <p>Citostáticos e todo o material utilizado na sua manipulação e administração.</p>

Na União Europeia não existe uma definição de resíduos hospitalares, mas esta possui um quadro de referência legislativa constituída pela Lista Europeia de Resíduos (LER). De acordo com a LER, as classificações são definidas por um código de seis dígitos dos resíduos e pelos códigos de dois e quatro dígitos dos capítulos e subcapítulos respetivos. A LER consta na Decisão 2014/955/UE, de 18 de dezembro que altera a Decisão 2000/532/CE de 3 de maio, relativa à lista de resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu. Os resíduos produzidos na prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou animais e/ou investigação relacionada estão englobados no capítulo 18 da LER. Na Tabela 2.3 encontram-se as listas de resíduos e as suas alterações verificadas na legislação.

Tabela 2.3 Lista de resíduos relacionados com prestação de cuidados de saúde em seres humanos e animais de acordo com a LER (Decisão 2014/955/UE).

Código	Designação/Tipo
18	Resíduos da prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou animais e/ou de investigação relacionada (exceto resíduos de cozinha e restauração não provenientes diretamente da prestação de cuidados de saúde).
18 01	Resíduos de maternidade e do diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em seres humanos.
18 01 01	Objetos cortantes e perfurantes (exceto 18 01 03).
18 01 02	Partes anatómicas e órgãos, incluindo sacos de sangue e sangue conservado (exceto 18 01 03).
18 01 03*	Resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção de infeções.
18 01 04	Resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção de infeções (por exemplo pensos, compressas, ligaduras, gessos, roupas, vestuário descartáveis, fraldas).
18 01 06*	Produtos químicos contendo ou compostos por substâncias perigosas.
18 01 07	Produtos químicos não abrangidos em 18 01 06.
18 01 08*	Medicamentos citotóxicos e citostáticos.
18 01 09	Medicamentos não abrangidos em 18 01 08.
18 01 10*	Resíduos de amálgamas de tratamentos dentários.
18 02	Resíduos da investigação, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em animais.
18 02 01	Objetos cortantes e perfurantes (exceto 18 02 02).
18 02 02*	Resíduos cujas recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos com vista a prevenção de infeções.
18 02 03	Resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista a prevenção de infeções.
18 02 05*	Produtos químicos contendo ou compostos por substâncias perigosas
18 02 06	Produtos químicos não abrangidos em 18 02 05.
18 02 07*	Medicamentos citotóxicos e citostáticos.
18 02 08	Medicamentos não abrangidos em 18 02 07.

2.2.3. Definição e classificação dos resíduos hospitalares no Brasil

O Brasil também apresenta legislação que define e categoriza os resíduos hospitalares. No Brasil os resíduos eram chamados de lixo hospitalar até o final da década de 80 do século passado, e usava-se a designação “sólidos” para limitar a parcela sólida dos resíduos dentro do hospital, recebendo um enfoque voltado praticamente somente aos hospitais. A denominação “Resíduos de Serviços de Saúde” (RSS) foi considerada, posteriormente, como o termo mais apropriado e abrangente, considerando os resíduos dos mais diversos estabelecimentos de assistência à saúde, além dos hospitais, segundo o estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Atualmente, a Resolução da Diretoria Colegiada, RDC nº306/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), elaborada em 7 dezembro e a RDC nº

358/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 29 de abril apresentam o seguinte: “definem-se como geradores de resíduos de serviço de saúde todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizam atividades de embalsamamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares”.

Os resíduos gerados nos estabelecimentos de saúde em geral segundo as normas brasileiras mais recentes regulamentada pela RDC nº 222/2018 da ANVISA e Resolução CONAMA nº 358/2005 são classificados em cinco grupos, conforme suas características de perigosidade: Grupo A - infeccioso (risco biológico); Grupo B - produtos químicos (risco químico); Grupo C - radioativo (risco radiológico); Grupo D - comum (semelhante ao lixo doméstico); e Grupo E - perfuro-cortantes (risco de acidentes por perfuração ou corte). O grupo A, subdivide-se ainda em subgrupos A1, A2, A3, A4 e A5, dependendo das características dos resíduos, e acordo com a classificação apresentada na Tabela 2.4.

Tabela 2.4: Classificação dos resíduos de serviços de saúde no Brasil (RDC nº 222/2018).

Grupos	Descrição
Grupo A	Resíduos com possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.
Subgrupo A1	Culturas e estoques de microrganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os medicamentos hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos, atenuados ou inativados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética. Resíduos resultantes da atividade de ensino e pesquisa ou atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido. Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta. Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.

Subgrupo A2	Carcaças, peças anatómicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.
Subgrupo A3	Peças anatómicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou seus familiares.
Subgrupo A4	<p><i>Kits</i> de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados. Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares. Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons.</p> <p>Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.</p> <p>Peças anatómicas (órgãos e tecidos), incluindo a placenta, e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica.</p> <p>Cadáveres, carcaças, peças anatómicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.</p>
Subgrupo A5	<p>Órgãos, tecidos e fluidos orgânicos de alta infetividade para príons, de casos suspeitos ou confirmados, bem como quaisquer materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, suspeitos ou confirmados, e que tiveram contato com órgãos, tecidos e fluidos de alta infetividade para príons.</p> <p>Tecidos de alta infetividade para príons são aqueles assim definidos em documentos oficiais pelos órgãos sanitários competentes.</p>
Grupo B	<p>Resíduos contendo produtos químicos que apresentam perigosidade à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade.</p> <p>Produtos farmacêuticos.</p> <p>Resíduos de desinfetantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes.</p> <p>Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores).</p> <p>Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas.</p> <p>Demais produtos considerados perigosos: tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos.</p>
Grupo C	Qualquer material que contenha radionuclídeo em quantidade superior aos níveis de dispensa especificados em norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. Enquadra-se neste grupo o rejeito radioativo, proveniente de laboratório de pesquisa e ensino na área da saúde, laboratório de análise

	clínica, serviço de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução da CNEN e Plano de Proteção Radiológica aprovado para a instalação radiativa.
Grupo D	Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, gorros e máscaras descartáveis, resto alimentar de paciente, material utilizado em antissepsia, luvas de procedimentos que não entraram em contato com sangue ou líquidos corpóreos, equipo de soro, abaixadores de língua e outros similares não classificados como A1. Sobras de alimentos e do preparo de alimentos; resto alimentar de refeitório. Resíduos provenientes das áreas administrativas. Resíduos de varrição, flores, podas e jardins. Resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde. Forrações de animais de biotérios sem risco biológico associado. Resíduos recicláveis sem contaminação biológica, química e radiológica associada. Pelos de animais.
Grupo E	Materiais perfuro-cortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; ponteiros de micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de <i>Petri</i>) e outros similares.

2.2.4. Definição e classificação dos resíduos hospitalares nos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa

Angola

Em Angola, foi publicado no Decreto Presidencial nº 190/2012, de 24 de agosto, o regulamento sobre a gestão de resíduos. O mesmo Decreto no seu Artigo 3.º, alínea v) define “Resíduos Hospitalares”, como os “resíduos produzidos em unidades de prestação de cuidados de saúde, incluindo os resultantes das atividades de diagnóstico, tratamento e investigação humana e veterinária”. Além disso, estabelece regras à produção de resíduos depositados no solo, subsolo, tratamento, recolha, armazenamento e transporte de quaisquer resíduos com exceção aos de natureza radioativa ou sujeitos a regulamentação específica, de forma a prevenir ou diminuir impactos negativos sobre a saúde das pessoas e no ambiente.

No entanto, o Decreto Presidencial nº 160/2014 regulamenta sobre a gestão de Resíduos Hospitalares e de Serviços de Saúde e considera a gestão dos resíduos hospitalares e de serviço de saúde como o “conjunto de procedimentos de gestão, planeados e implementados a partir de bases científicas, técnicas, financeiras e normativas, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos gerados e proporcionar

o destino seguro de forma eficiente, mediante as operações de depósitos, recolha, transporte, armazenamento, tratamento, valorização e sua eliminação, incluindo a monitorização dos locais e destino final após o encerramento das respetivas instalações, visando à proteção dos trabalhadores, à preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do ambiente”. De acordo com este Decreto, os Resíduos Hospitalares e de Serviços de Saúde em Angola têm sua classificação baseada em suas características e nos riscos que podem causar à saúde e ao meio ambiente. Assim sendo esses resíduos são separados em cinco grupos (Tabela 2.5), (Grupo A-resíduos gerais; Grupo B-resíduos infecciosos; Grupo C- resíduos perfuro-cortantes ou escarificantes; Grupo D-resíduos químicos e Grupo E-resíduos radioativos).

Tabela 2.5: Classificação dos resíduos hospitalares e de serviços de saúde em Angola (Decreto Presidencial nº 160/2014)

Grupos	Descrição
Grupo A Resíduos gerais	São os que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos urbanos.
Grupo B Resíduos infecciosos	São os resíduos com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou alta concentração de elementos patogénicos tais como (bactérias, vírus, parasitas e fungos) podem apresentar risco de infeção, quando em exposição.
Grupo C Resíduos perfuro-cortantes ou escarificantes	Incluem-se neste grupo todos os utensílios pontiagudos ou cortantes que podem cortar ou picar a quem os manipula, estando os mesmos infetados ou não infetados tais como qualquer tipo de agulhas, bisturis, lâminas de barbear, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, tubos capilares, micropipetas, lâminas e lamínulas, espátulas e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório, pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de <i>Petri</i> e outros similares.
Grupo D Resíduos químicos	São os que contêm substâncias químicas que representam risco à saúde pública ou ao ambiente, produzidos durante os trabalhos experimentais em diagnósticos de doenças, trabalhos de limpeza, desinfestação e manutenção de equipamentos e instrumentos médicos. Este grupo refere-se também às substâncias que podem causar danos ao material genético, tais como teratogénicos, mutagénicos e genotóxicos, bem como os materiais por elas contaminadas.
Grupo E Resíduos radioativos	Enquadra-se neste grupo os resíduos radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, restos de materiais contaminados com radioatividade que resultam do uso de equipamentos de radioterapia e radiologia refere-se aos materiais contaminados com radioatividade e resultam do uso de equipamentos de radioterapia e radiologia.

Cabo Verde

Atualmente em Cabo Verde encontra-se em vigência o Decreto-Lei n.º 56/2015, de 17 de outubro que estabelece o regime jurídico de gestão de resíduos realizadas no território cabo-verdiano, tendo como objetivo estabelecer conceitos-chaves como as definições de resíduo, prevenção, reutilização, preparação para a reutilização, tratamento e reciclagem, e a destinação entre os conceitos de valorização e eliminação de resíduos, com base numa diferença efetiva em termos de impacto ambiental, o que, sem dúvida, contribui para uma perfeita apreensão do sistema de prevenção e gestão de resíduos. No Artigo 4.º, alínea *uuu*) resíduos hospitalares é definido como “resíduos resultantes de atividades médicas desenvolvidas em unidades de prestação de cuidados de saúde, em atividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação, relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em atividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos invasivos, tais como acupuntura, piercings e tatuagens”.

Já no Artigo 45.º deste diploma estabelece normas específicas de gestão e classificação dos resíduos hospitalares. Sendo que os mesmos são classificados em quatro grupos de acordo com a sua perigosidade, onde os resíduos do grupo I e II são considerados resíduos urbanos ou equiparados a urbanos e os resíduos do grupo III e IV são considerados resíduos perigosos. Esta classificação dos resíduos hospitalares em quatro grupos feita em Cabo Verde se assemelha com a classificação feita em Portugal.

Moçambique

De acordo com o Decreto-Lei n.º 8/2003 de 18 de fevereiro de 2003 da República de Moçambique que estabelece o regulamento sobre a gestão de lixo biomédico, define por resíduos biomédicos, como os “resultantes das atividades de diagnósticos, tratamento e investigação humana e veterinária”. É bom ressaltar que neste Diploma mostra que esse tipo de resíduo deve ser segregado de acordo com a sua perigosidade. Assim sendo as categorias classificadas são: lixo infeccioso, lixo cortante e/ou perfurante, lixo anatómico, lixo comum e outro tipo de lixo (Tabela 2.6).

Decreto n.º 83/2014, de 31 de dezembro, estabelece as regras a gestão dos resíduos perigosos no território nacional. Lá também pode-se observar dentre outras definições a definição de resíduos biomédicos e resíduos perigosos.

Tabela 2.6: Classificação dos resíduos hospitalares em Moçambique (Decreto-Lei nº 8/2003).

Grupos	Descrição
Lixo infeccioso	É qualquer tipo de lixo que tenha entrado em contacto com tecidos humanos, sangue ou fluídos do corpo humano e animal. O lixo infeccioso pode também ser designado como lixo contaminado, lixo patológico, lixo bio-prejudicial ou qualquer outra terminologia usada para descrever lixo infeccioso.
Lixo cortante e/ou perfurante	É o lixo constituído por objetos ou dispositivos usados ou descartados possuindo extremidades, gumes, pontas ou protuberâncias rígidas e agudas que podem cortar, picar ou perfurar a pele humana.
Lixo anatómico	É todo o lixo constituído por fluídos, despojos de tecidos, órgãos, membros, partes de órgãos ou membros de seres humanos e animais de qualquer espécie, que são removidos ou libertos durante cirurgias, partos, biópsias e autópsias.
Lixo comum	É todo o lixo que não tenha estado em contato ou sido contaminado por tecido humano, sangue ou outros fluídos corporais, e que não esteja incluso em qualquer das categorias precedentes.
Outro tipo de lixo	É todo o lixo constituído por pequenas quantidades de lixo específico que tem o potencial de criar riscos especiais e que pode ser produzido em algumas unidades sanitárias com serviços altamente especializados.

Guiné-Bissau

O trabalho feito por Mendes, (2019) com objetivo de avaliar a gestão dos resíduos sólidos de serviço de saúde em três hospitais da Guiné Bissau, concluiu que não havia nenhuma regulamentação nem nenhum documento regulatório ou legal em matéria de gestão dos RSS.

A ausência de política legislativa e fiscalizadora pelo órgão competente apresenta repercussões na gestão dos resíduos hospitalares nos estabelecimentos de saúde. Neste sentido, uma Equipa Técnica Nacional (ETN) de Prevenção e Controlo das Infeções (PCI), desenvolveu um documento guia, baseado nas recomendações da OMS, para uma gestão integrada dos resíduos hospitalares. O guia foi criado em dezembro de 2020, aprovado pelo Centro das Operações das Emergências em Saúde (COES) da Guiné-Bissau. O documento denominado “Guia de Gestão dos Resíduos Hospitalares na Guiné-Bissau” GGRHGB foi apresentado e validado em abril de 2022 no Ministério da Saúde

Pública como o documento orientador para a gestão dos resíduos hospitalares ao nível nacional. Neste guia a definição e classificação dos resíduos hospitalares é feita de acordo com a OMS.

São Tomé e Príncipe

O Decreto-Lei n.º 36/1999, publicado no Diário da República n.º 12 de 30 novembro representa o quadro jurídico legal da deposição, recolha, transporte, triagem e destino dos resíduos sólidos no território da República Democrática de São Tomé e Príncipe. No Artigo 4.º parágrafo 1, é feita uma classificação dos resíduos de acordo com sua origem (domésticos, industriais e comerciais, hospitalares e, produtos agronómicos) já, o parágrafo 2, a classificação dos resíduos é feita de acordo com a sua natureza (perigoso e não perigoso). Neste Decreto, os resíduos hospitalares “são os produzidos nos centros hospitalares e equiparados, provenientes das atividades médico-cirúrgica classificada como resíduos” de acordo com o Artigo 7.º.

Em 2020, o Ministério da Saúde elaborou o Plano Operacional de Gestão dos Resíduos dos Serviços da Saúde de São Tomé e Príncipe (POGRSS). Este plano tem como objetivo encontrar solução para o problema dos resíduos produzidos no setor da saúde em STP e definir ações que visem à implementação e manutenção do Programa de Gestão de Resíduos dos Serviços de Saúde dos Hospitais, áreas de saúde e Clínicas privadas de acordo com as Normas e Resoluções nacional e internacionais ao nível do ambiente. Neste plano os RSS são classificados em quatro grupos: grupos I e II - resíduos não perigosos; grupos III e IV - resíduos perigosos). Esta classificação também se assemelha à classificação feita em Portugal.

2.3. Quantificação dos resíduos hospitalares produzidos em diversas partes do mundo

Depois de conhecer as diferentes formas com que os resíduos hospitalares são denominados em várias partes do mundo, é importante saber as quantidades que são produzidas a nível mundial. Sabe-se que cada país, devido sua dimensão, população e nível de desenvolvimento irá produzir uma quantidade diferente de resíduos hospitalares. Porém é importante ressaltar que nem todos os países apresentam dados sobre este tema.

O manual “*Safe management of wastes from health-care activities*” da WHO (2014) ressalta que conhecer os tipos e quantidades de resíduos produzidos em um centro de

saúde ou hospitais é um primeiro passo importante para uma eliminação segura. O mesmo manual assegura que os dados de geração de resíduos são usados na estimativa das capacidades necessárias para os contentores, áreas de armazenamento, transporte e tecnologias de tratamento ou seja, os dados de geração de resíduos hospitalares podem ser usados para estabelecer dados de linha de base sobre as taxas de produção em diferentes áreas médicas e para especificações de contratos, planeamento, orçamento, cálculo de receitas de reciclagem, otimização de sistemas de gestão de resíduos hospitalares e avaliação de impacto ambiental.

Neste sentido o referido manual recomenda que os dados de geração de resíduos hospitalares devem ser obtidos a partir de avaliações quantitativas de resíduos. No entanto, esta avaliação implica objetivos definidos, planeamento, colaboração do pessoal, aquisição de equipamentos (por exemplo, balanças, equipamento de proteção individual), recolha de dados, análise e recomendações. Salienta-se também que o processo de avaliação de resíduos oferece uma oportunidade para melhorar as práticas existentes, sensibilizar os profissionais de saúde sobre os resíduos e determinar o potencial para minimização de resíduos (WHO, 2014).

Por outro lado, a estrutura de um programa de avaliação de resíduos pode variar. Geralmente, os dados são recolhidos regularmente (diariamente) em cada área de uma instalação, os resíduos são segregados em recipientes separados, cada recipiente é pesado, registados e comparados com o número de pacientes ou camas em uso. Entretanto, é importante ter atenção relativamente ao tempo da recolha dos dados e para a necessidade da utilização de equipamento de proteção individual durante a campanha de avaliação para evitar contato físico com resíduos infecciosos. Assim sendo, é importante salientar que os dados recolhidos em um período de alguns dias fornecem informações limitadas e podem não refletir com precisão as variações semanais ou sazonais. Neste sentido, é aconselhável a recolha de dados por um mês ou mais e repetido em diferentes momentos do ano, fornecendo-se assim uma representatividade estatística que permite uma melhor compreensão das quantidades de resíduos gerados nos diversos setores de uma instalação (WHO, 2014).

Se não for possível uma avaliação quantitativa direta dos resíduos gerados, podem ser usados outros métodos como por exemplo um questionário ou entrevista aos funcionários (dos locais a avaliar) pedindo que estimem as quantidades de resíduos. Em qualquer dos casos, ao extrapolar os dados de medições em instalações individuais ou de questionários,

deve-se levar em consideração o tamanho da amostragem e a seleção de instalações representativas (WHO, 2014).

Segundo WHO (2014) existem muitos factores que afetam a taxa de geração de resíduos, incluindo:

- Nível de atividade (geralmente medido em termos de número de leitos ocupados, número de pacientes por dia e/ou número de funcionários);
- Tipo de departamento (por exemplo, enfermaria geral, centro cirúrgico, consultório);
- Tipo ou nível de instalação (por exemplo, clínica, hospital provincial);
- Localização (rural ou urbana);
- Regulamentos ou políticas sobre classificação de resíduos;
- Práticas de segregação;
- Variações temporais (por exemplo, dia da semana versus fim de semana, sazonal);
- Nível de desenvolvimento de infraestrutura do país.

As taxas médias de geração de resíduos podem ser calculadas em quilogramas (kg) por dia ou em quilograma por ano. Quilogramas por cama ocupado por dia e kg por paciente por dia são indicadores usados especialmente quando se comparam diferentes unidades de saúde com diferentes níveis de atividade. Se as taxas de ocupação de pacientes internados e o número diário de pacientes ambulatoriais não estiverem disponíveis, o número total de camas geralmente é usado para estimar a quantidade de resíduos (kg) por cama por dia (WHO, 2014).

Na análise das diretrizes espelhadas na WHO (2014) é notória uma preocupação, e ao mesmo tempo uma chamada de atenção aos investigadores, sobre o uso dos dados de geração de resíduos obtidos noutros locais ou outros países. Estes dados devem ser usados com cautela devido à grande variabilidade, mesmo dentro um país, e aos muitos factores que influenciam esses indicadores. Portanto, os dados fornecidos de outros países devem ser encarados apenas como valores indicativos e devem ser vistos apenas como exemplos. Estes dados podem ser úteis para estimar a ordem de grandeza, mas não devem ser usados para planeamento detalhado, orçamentação nem aquisição. Por isso há um encorajamento da OMS para a realização de uma avaliação no próprio local, mesmo que limitada, porque esta provavelmente fornecerá dados mais confiáveis sobre a geração local de resíduos do que estimativas baseadas em dados de outros países ou tipos de estabelecimento.

Apresentam-se de seguida alguns indicadores sobre as quantidades de resíduos hospitalares, referidos na literatura.

A geração de resíduos nos países em desenvolvimento varia de 0,1 kg/leito/d a 6,0 kg/leito/d (Ansari et al., 2019). Por outro lado, a quantidade de resíduos hospitalares gerados foi relatada como sendo 0,59 kg/leito/dia na Europa e 0,6199 kg/leito/dia na região Asiática, segundo relatos, a quantidade desses resíduos aumenta a cada ano (Eren & Uzkaya, 2021).

NA Tabela 2.7 é apresentada a geração dos resíduos hospitalares em diferentes setores de saúde de alguns países. Com base nesta tabela é possível verificar que cada país produz quantidades de resíduos diferentes, onde a Tanzânia produz 0,117 kg de resíduos hospitalares infecciosos por paciente por dia, o Paquistão produz 2,992 kg de resíduos hospitalares infecciosos por paciente por dia, a África do Sul produz 5,062 kg de resíduos hospitalares infecciosos por paciente por dia. Já os Estados Unidos da América produzem 10,855 kg de resíduos hospitalares infecciosos por médico por dia (WHO, 2014). Os dados apresentados mostram que países com os níveis socioeconómicos altos, apresentam uma maior produção dos resíduos hospitalares como é o caso dos Estados Unidos de América. Isso reforça a ideia da necessidade de se fazer essa quantificação em cada país devido suas realidades.

O rápido crescimento populacional resultou na necessidade de unidades de saúde adicional e laboratórios de diagnóstico, que tiveram como consequência a geração de maiores quantidades de resíduos em todo o mundo (Dehghani et al., 2019; Eren & Uzkaya, 2021, Oroei et al., 2014). Além disso, tecnologias médicas crescentes e instalações modernas em hospitais para fornecer melhores cuidados de saúde contribuíram para o aumento subsequente da quantidade de resíduos gerados em unidades de saúde (Agbere et al., 2021; Goswami et al., 2021).

Tabela 2.7: Geração total de resíduos e infetantes por tipo de unidade de saúde (Paquistão, Tanzânia, África do Sul e Estados Unidos da América).

Tipo de estabelecimento de saúde	Geração total de resíduos de saúde	Geração de resíduos infecciosos
Paquistão		
Hospitais	2,07 kg/leito-dia (intervalo: 1,28–3,47)	
Clínicas e Ambulatórios	0,075 kg/paciente-dia	0,06 kg/paciente-dia
Unidades básicas de saúde	0,04 kg/paciente-dia	0,03 kg/paciente-dia
Consultório clínicos	0,025 kg/paciente-dia	0,002 kg/paciente-dia
Asilo	0,3 kg/paciente-dia	
Maternidades	4,1 kg/paciente-dia	2,9 kg/paciente-dia

Tanzânia		
Hospitais	0,14 kg/paciente-dia	0,08 kg/paciente-dia
Centros de saúde (urbanos)	0,01 kg/paciente-dia	0,007 kg/paciente-dia
Ambulatórios Rurais	0,04 kg/paciente-dia	0,02 kg/paciente-dia
Ambulatórios Urbanos	0,02 kg/paciente-dia	0,01 kg/paciente-dia
África do Sul		
Hospital Central Nacional		1,24 kg/paciente-dia
Hospital Terciário Provincial		1,53 kg/paciente-dia
Hospital Regional		1,05 kg/paciente-dia
Hospital Distrital		0,65 kg/paciente-dia
Hospital Especializado		0,17 kg/paciente-dia
Clínica Pública		0,008 kg/paciente-dia
Centro de Saúde Comunitário		0,024 kg/paciente-dia
Clínica particular de cirurgia diurna		0,39 kg/paciente-dia
Centro de saúde comunitário privado		0,07 kg/paciente-dia
Estados Unidos da América		
Hospitais gerais metropolitanos	10,7 kg/cama ocupada/dia	2,79 kg/cama ocupada/dia
Hospitais gerais rurais	6,40 kg/cama ocupada/dia	2,03 kg/cama ocupada/dia
Psiquiatria e outros hospitais	1,83 kg/cama ocupada/dia	0,043kg/cama ocupada/dia
Asilo	0,90 kg/cama ocupada/dia	0,038kg/cama ocupada/dia
Laboratórios	7,7 kg/dia	1,9 kg/dia
Consultório médico (consultório de grupo, urbano)	1,78 kg/médico/dia	0,67 kg/médico/dia
Consultório médico (individual, urbano)	1,98 kg/médico/dia	0,23 kg/médico/dia
Consultório médico (rural)	0,93 kg/médico/dia	0,077kg/médico/dia
Consultório odontológico (Grupo particular)	1,75 kg/dentista/dia	0,13 kg/médico/dia
Consultório odontológico (individual)	1,10 kg/dentista/dia	0,17 kg/médico/dia
Consultório odontológico (rural)	1,69 kg/dentista/dia	0,12 kg/médico/dia
Veterinária (grupo, metropolitana)	4,5 kg/veterinário/dia	0,66 kg/médico/dia
Veterinário (individual, metropolitano)	0,65 kg/veterinário/dia	0,097 kg/médico/dia
Veterinária (rural)	7,7 kg/veterinário/dia	1,9kg/médico/dia

Fonte: (Adaptada de WHO, 2014).

Os resíduos hospitalares provêm de diversos setores que prestam serviços de saúde, dentre eles estão: as enfermarias, salas de operação, laboratórios, farmácias, unidade de radiologia, unidade de quimioterapia, campanha de vacinação, serviço de limpeza e ambiente, engenharia, refeitório, consultório médico, consultório dentário e cuidados de saúde domésticos. E cada deste setor produz resíduos específico devido aos tipos de atividades ali desenvolvidas. Uma vez que os resíduos produzidos nos

laboratórios de análises clínicas é o foco do presente trabalho, na Tabela 2.8 encontra-se descrito as categorias de resíduos produzidos nestes locais (WHO, 2014).

Tabela 2.8: Principais resíduos hospitalares produzidos nos laboratórios de análises clínicas.

Resíduos Hospitalares Perigos	Exemplos
Resíduos perfuro-cortantes	Agulhas, vidro quebrado, placas de Petri, lamelas, pipetas quebradas.
Resíduos infecciosos e patológicos	Sangue e fluídos corporais, culturas microbiológicas e <i>stocks</i> , tecido infetados, carcaças de animais, tubos e contentores contaminado com sangue ou fluídos corporais.
Resíduos farmacêuticos citotóxicos e químicos	Fixadores; formalina/formol; xileno, tolueno, metanol, cloreto de metileno o e outros solventes; termômetros de laboratório quebrados.
Resíduos não perigosos	Embalagens, papel, recipientes de plástico.

Fonte: (Adaptada de WHO, 2014).

A Pandemia da COVID-19 e a produção de resíduos hospitalares

Atualmente, outro factor que fez aumentar a quantidade de resíduos no setor de saúde em especial nos laboratórios de análises clínicas foi a COVID-19 (Eren & Uzkaya, 2021; Sexana et al., 2022). Os coronavírus (família Coronaviridae) são agentes patogénicos comuns de humanos e animais. Quatro coronavírus são endémicos em humanos (coronavírus humano NL63 (HCoV-NL63), HCoV-229E, HCoV-OC43 e HCoV-HKU1) e geralmente infetam o trato respiratório superior, causando sintomas de resfriado comum. No entanto, nas últimas duas décadas, três coronavírus zoonóticos: Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV), Coronavírus da Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV) e Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave do tipo 2 (SARS-CoV-2) infetaram humanos, após o transbordo de reservatórios animais (Lamers & Haagmans, 2022).

A COVID-19 foi detetada pela primeira vez em dezembro de 2019, em Wuhan, cidade da Província Chinesa de Hubei, em um grupo de pacientes com pneumonia (Lamers & Haagmans, 2022), mais tarde, em março de 2020 a OMS anunciou as condições predominantes para ser uma pandemia, já que a disseminação da infeção viral era enorme e afetava a maioria da população mundial. Este vírus mortal eliminou milhões de pessoas em todo o mundo e deixou mais de 100 milhões de pessoas infetadas (Dharmaraj et al., 2021).

O rápido aumento do número de pacientes infetados por COVID-19 e a natureza altamente transmissível da doença levaram a um alto número de hospitalizações. Assim,

a geração de resíduos de saúde aumentou rapidamente, não só pelo número de doentes hospitalizados, mas também pelo aumento da quantidade de Equipamento de Proteção Individual (EPI) usados durante a pandemia (máscara facial, protetor facial, luvas e óculos) em comparação com as circunstâncias normais (Das et al, 2021; Eren & Uzkaya, 2021). Portanto observou-se um aumento incomum na quantidade de resíduos médicos gerados (Chen et al., 2021; Eren & Uzkaya, 2021). Alguns dados reportados na literatura são bastante ilustrativos do impacto da pandemia COVID-19. A produção diária de resíduos médicos na China aumentou significativamente, colocando pressão sobre o sistema nacional de descarte de resíduos médicos. Em 21 de março de 2020, este país descartava 6.066,8 toneladas por dia de resíduos médicos, um aumento de 1.164,0 toneladas por dia em relação as 4.902,8 toneladas por dia antes da pandemia (Chen et al., 2021; Eren & Uzkaya, 2021; Hantako et al., 2021). Um estudo realizado na província de Hubei, neste mesmo país, mostrou que a geração de resíduos médicos infecciosos aumentou em 600%, de 4 toneladas por dia para 240 toneladas por dia durante o surto de COVID-19 (Van Fan et al., 2021; Lemma et al., 2022). Também na Malásia, os resíduos clínicos aumentaram 30% em março de 2020 (Hantako et al., 2021). Os resíduos sólidos hospitalares na França e na Holanda aumentaram de 40% para 50% e 45% para 50%, respetivamente. A tendência também foi observada na Índia e no Irão (Das et al., 2021).

Produção dos resíduos hospitalares em São Tomé e Príncipe

Em São Tomé e Príncipe os dados existentes sobre a produção dos resíduos centram-se sobre os resíduos urbanos, assim sendo, o país carece de dados estatísticos sobre as quantidades dos resíduos hospitalares, em especial os resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas.

Relativamente aos resíduos produzidos durante a pandemia da COVID-19 o país não dispõe de dados oficiais. Entretanto é notório o aumento nas quantidades de resíduos produzidos, uma vez que através do boletim semanal produzido pelo Ministério da Saúde de STP sobre a COVID-19 do dia 29 de maio a 4 de junho de 2023 conta que o país teve um total de 6587 pessoas com COVID-19 confirmadas, 80 mortos, e um total de 104922 de pessoas com vacinação completa. Esses dados dão uma ideia de que houve um aumento nas quantidades dos resíduos produzidos pelos setores de saúde do país, especialmente nos laboratórios de análises clínicas, tendo em conta que para a confirmação dos resultados há necessidade de testes laboratoriais como a Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) ou testes sorológicos. Além disso, devido a pandemia o país

adotou a política de vacinação para a prevenção da COVID-19. Sabe-se que a vacinação por si só também gera resíduos. E é de salientar que devido a pandemia da COVID-19 foram construídos novos laboratórios no país e, reforçada as capacidades de outros laboratórios com materiais, consumíveis, equipamentos e recursos humanos.

Além da COVID-19, STP vive um surto da dengue com um registo de cerca de 800 casos sendo, um óbito e 769 casos registando atualmente “uma fase aguda” da doença com 100 casos ativos em todo o país segundo informações passadas pela porta-voz do Ministério da Saúde a agência Lusa. Segundo a mesma, por se estar na fase aguda da doença todos os dias o país regista novos casos. Apesar da tendência ser de diminuição devido a época seca em que o país se encontra, entretanto, poderá ocorrer uma segunda vaga a partir de setembro 2024 quando chegar a época chuvosa. A dengue é uma doença nova para o país e o surto foi oficialmente declarado em 4 de maio de 2022. (OBSERVADOR, 2023). Com o surto da dengue há necessidade constante de teste de diagnóstico, o que por sua vez contribui para o aumento da produção de resíduos hospitalares.

O crescimento populacional também influencia o aumento da produção de resíduos e, a população de STP apresenta uma taxa de crescimento constante e, as projeções seguem a mesma tendência (Figura 2.2) (MIERNA, 2018). Portanto, a pandemia da COVID-19, a construção de novos laboratórios de análises, o surto da dengue juntamente com o crescimento constante da população em STP leva a antever um provável aumento na produção dos resíduos nos setores da saúde, em especial em laboratórios de análises clínicas do país.

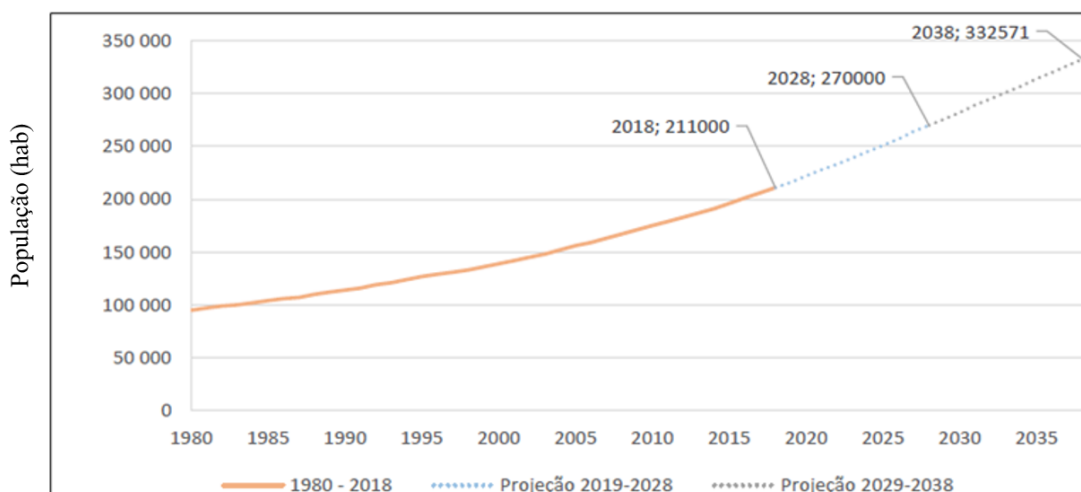


Figura 2.2: Projeção do crescimento da população de São Tomé e Príncipe até 2035.

Fonte: (MIERNA, 2018).

2.4. Riscos associados aos resíduos hospitalares

Embora a produção dos resíduos hospitalares representar apenas uma fração muito baixa de todos os resíduos produzidos, esses resíduos, por fazerem parte de um grupo de resíduos específicos, apresentam alguns perigos. Esses riscos podem estar presentes desde a sua produção até ao destino final.

Existem laboratórios com diversas funções na sociedade, e que se encontram nas três linhas principais de pesquisas científicas: exatas, biológicas e humanas. Nesses locais, são efetuadas atividades que exigem técnicas específicas de boas práticas e proteção à saúde do operador, para que os riscos presentes em tais processos não comprometam a sua integridade física e os resultados obtidos. Por outro lado, os riscos ambientais de tais atividades devem ser detetados, monitorados e controlados através de ações preventivas e corretivas, para que os impactos adversos efetivos no ambiente, corpos hídricos e nos solos sejam prevenidos ou, pelo menos, reduzidos (Penatti & Guimarães, 2011).

Cotrim et al. (2012) citam que os resíduos gerados nos laboratórios constituem risco biológico inquestionável, pois agregam grande concentração de material biológico potencialmente infetante, de alta perigosidade para o homem. Por outro lado, existem outros riscos provenientes nos resíduos laboratoriais como por exemplo, os riscos físicos, como consequência de descarte de material perfuro-cortante.

Em uma comparação dos resíduos produzidos nos diversos tipos de laboratórios, os resíduos gerados em laboratórios biológicos são considerados de características complexas em relação a outros laboratórios, portanto tais resíduos, resultantes de subprodutos de análises químicas por exemplo, diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais devido a essa diversidade na sua composição (Penatti & Guimarães, 2011). Assim sendo, nesta secção mostram-se os principais perigos associados à produção dos resíduos hospitalares e, quem são as pessoas expostas.

Características dos resíduos hospitalares

Os resíduos hospitalares podem apresentar uma ou mais características descritas abaixo (WHO, 2014):

- Presença de agentes infecciosos,
- Componentes químicos, genotóxicos ou citotóxica,
- Presença de produtos químicos tóxicos ou perigosos ou produtos farmacêuticos biologicamente agressivos,

- Presença de radioatividade,
- Presença de perfuro-cortantes usados.

Perigos dos resíduos infecciosos e perfuro-cortantes

Os resíduos infecciosos devem sempre ser assumidos como potencialmente contendo uma variedade de microrganismos patogênicos. Há relatos da existência em estabelecimentos de saúde de bactérias resistentes a antibióticos e desinfetantes químicos, as quais constituem risco de saúde. Por outro lado, foi demonstrado que os plasmídeos de bactérias contidas em resíduos de laboratório deste foram transferidos para bactérias nativas por meio desses resíduos quando descartados de forma incorreta. Esses agentes patogênicos presentes em resíduos infecciosos quando não são bem gerenciados podem entrar no corpo humano por várias via, dentre elas (WHO, 2014):

- Através de uma perfuração, abrasão ou corte na pele;
- Através das membranas das mucosas;
- Por inalação;
- Por ingestão.

Já em relação aos resíduos perfuro-cortantes, há uma preocupação particular com a infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV) e vírus da hepatite B e C, para os quais há fortes evidências de transmissão por lesão por agulhas de seringas contaminadas com o sangue humano, que pode ocorrer quando os resíduos perfuro-cortantes são mal administrados. Embora teoricamente qualquer ferimento por picada de agulha possa levar à transmissão de infecções transmitidas pelo sangue, há alguma evidência de que agulhas ocas estão associadas a um maior risco de transmissão do que agulhas sólidas, como agulhas de sutura. Os perfuro-cortantes representam um risco duplo, pois eles podem não apenas causar danos físicos como lesões, mas também infetam essas feridas se estiverem contaminadas com agentes patogênicos (WHO, 2014).

Perigos dos resíduos químicos e farmacêuticos

Muitos dos produtos químicos e farmacêuticos usados nos cuidados de saúde são perigosos. Geralmente estão presentes em pequenas quantidades em resíduos hospitalares, enquanto que em quantidades maiores podem ser encontrados quando os produtos químicos indesejados ou obsoletos e medicamentos são encaminhados para descarte. Resíduos químicos podem causar intoxicações que podem ser agudas ou

crônicas e lesões físicas, sendo as mais comuns as queimaduras químicas. A intoxicação pode resultar da absorção de um produto químico ou farmacêutico através da pele, das membranas mucosas, por inalação ou ingestão. Lesões na pele, nos olhos ou nas membranas mucosas das vias aéreas podem ocorrer por contato com inflamáveis, produtos químicos corrosivos ou reativos (por exemplo, formaldeído e outras substâncias voláteis). A equipa do laboratório é regularmente exposta a dezenas de produtos químicos durante o trabalho, especialmente em hospitais de pesquisa. As propriedades perigosas mais relevantes para os resíduos de serviços de saúde são as seguintes (WHO, 2014):

Tóxico

A maioria dos produtos químicos são tóxicos em algum nível de exposição. Fumos, poeiras e vapores de materiais tóxicos podem ser especialmente nocivos, porque podem ser inalados e passar rapidamente dos pulmões para o sangue, permitindo circulação rápida por todo o corpo (WHO, 2014).

Corrosivo

Ácidos fortes e bases podem corroer e se derramarem na pele ou nos olhos podem causar queimaduras graves e lesões permanentes. Alguns destes também decompõem em gases venenosos, o que aumenta ainda mais sua perigosidade (WHO, 2014).

Explosivo

Alguns materiais podem explodir quando expostos ao calor ou chamas, principalmente líquidos inflamáveis quando incendiados em espaços confinados há libertação descontrolada de gases comprimidos (WHO, 2014).

Inflamável

Compostos com esta propriedade pegam fogo facilmente, queimam e espalham-se rapidamente. Muitos materiais utilizados e armazenados em áreas médicas, laboratórios, incluindo solventes, combustíveis e lubrificantes possuem essa propriedade (WHO, 2014).

Quimicamente reativo

Esses materiais devem ser usados com extremo cuidado e armazenados em recipientes especiais. Alguns podem queimar quando expostos ao ar ou à água, outros quando misturados com outras substâncias. É importante notar que materiais reativos não precisam estar perto de calor ou chamas para queimar. Eles podem queimar espontaneamente na presença de ar e também emitem vapores que podem ser nocivos se inalados (WHO, 2014).

Perigos dos resíduos genotóxicos

Cuidados especiais no manuseio de resíduos genotóxicos são essenciais. A gravidade dos perigos para os profissionais de saúde responsáveis para o manuseio ou descarte de resíduos genotóxicos é regido por uma combinação da própria toxicidade da substância e extensão e duração da exposição. A exposição a substâncias genotóxicas na assistência à saúde também pode ocorrer durante a preparação ou tratamento com drogas ou produtos químicos específicos. As principais vias de exposição são, a inalação de poeira ou aerossóis, absorção pela pele, ingestão de alimentos acidentalmente contaminados com drogas citotóxicas e ingestão como resultado de má prática, como pipetagem bucal. A exposição também pode ocorrer através do contato com fluidos e secreções corporais de pacientes em tratamento quimioterápico (WHO, 2014).

A citotoxicidade de muitas drogas antineoplásicas é específica do ciclo celular, direcionada a processos intracelulares específicos como síntese de ADN e mitose. Outros antineoplásicos, como agentes alquilantes, não são específicos de fase, mas são citotóxicas em qualquer ponto do ciclo celular. Estudos experimentais demonstraram que muitas drogas antineoplásicas são carcinogênicas e mutagênicas. Muitas drogas citotóxicas são extremamente irritantes e têm efeitos locais prejudiciais após contato direto com a pele ou olhos, podem causar tontura, náusea, dor de cabeça ou dermatite. Qualquer descarga de resíduos genotóxicos no ambiente pode ter consequências ecológicas desastrosas (WHO, 2014).

Perigos do lixo radioativo

A natureza da doença causada por lixo radioativo é determinada pelo tipo e extensão da exposição. Os sintomas podem variar de dor de cabeça, tontura e vômito a problemas muito mais sérios. Os resíduos radioativos são genotóxicos e uma dose de radiação suficientemente alta também pode afetar o material genético. Os perigos de resíduos radioativos de baixa atividade podem surgir da contaminação de superfícies externas de recipientes ou modo inadequado ou duração do armazenamento de resíduos. Dentre os profissionais de saúde, o pessoal de limpeza e manuseio de resíduos radioativo correm maior risco (WHO, 2014).

Perigos dos resíduos hospitalares relacionados com os métodos de tratamento desses resíduos

Além dos perigos específicos representados por diferentes tipos de resíduos hospitalares, existem riscos ocupacionais associados aos processos de tratamento de resíduos. Os gases de combustão das incineradoras de resíduos podem ter impacto nas pessoas que vivem e trabalham perto do sistema de tratamento. No entanto, o risco para a saúde é mais sério quando uma incineradora é operada de forma inadequada. Se mal controladas, as emissões de incineradoras de resíduos podem causar problemas de saúde devido a partículas, as quais estão associadas com aumento da mortalidade e morbidade cardiovascular e respiratória; metais voláteis, como mercúrio e cádmio, associados a danos ao sistema imunológico, sistema neurológico, pulmões e rins e, dioxinas, furanos e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos os quais são cancerígenos conhecidos, mas também podem causar outros efeitos graves na saúde (WHO, 2014).

Além disso, as cinzas da incineração de resíduos hospitalares perigosos podem continuar a representar um perigo pois, as agulhas e os vidros mesmo passando pelo processo de incineração se não desintegram por completo podem causar ferimentos. Por outro lado, as cinzas das incineradoras podem conter concentrações elevadas de metais pesados e outros itens tóxicos. As cinzas fornecem condições ideais para a síntese de dioxinas e furanos, porque muitas vezes são expostos por muito tempo a uma faixa de temperatura de 200-450°C (WHO, 2014).

Os métodos de tratamento de desinfecção por autoclave e vapor também podem representar perigos potenciais que precisam ser bem geridos. Em particular, uma boa operação e manutenção devem ser realizadas para evitar lesões físicas. Equipamentos mecânicos de tratamento de resíduos de saúde, como trituradores e compactadores de resíduos, podem causar lesões físicas quando operado de forma inadequada ou com manutenção inadequada (WHO, 2014).

A deposição de resíduos hospitalares em aterros sanitários pode representar riscos para os trabalhadores e o público. Os riscos são frequentemente difíceis de quantificar, e a lesão mais provável vem do contato físico direto com itens dos resíduos. Contaminantes químicos ou agentes patogénicos em lixiviados de aterros sanitários podem ser libertos nos ribeiros superficiais ou águas subterrâneas. Em locais de deposição mal controlados, a queima de resíduos representa o risco adicional de fumo no ar que pode conter metais pesados e outros contaminantes químicos que, com o tempo, podem afetar a saúde dos trabalhadores do local e do público em geral (WHO, 2014).

Pessoas em perigo devido à exposição aos resíduos hospitalares

Segundo WHO (2014), todos os indivíduos que se aproximam de resíduos hospitalares perigosos estão potencialmente em risco de exposição, incluindo aqueles que trabalham em estabelecimentos de saúde que geram resíduos perigosos e aqueles que manuseiam tais resíduos ou estão expostos a eles como consequência de ações descuidadas. Por isso, público em geral também pode estar em risco sempre que resíduos hospitalares perigosos são abandonados ou descartados indevidamente. Os principais grupos de pessoas em perigo são (WHO, 2014):

- Médicos, enfermeiros, auxiliares de saúde e pessoal de manutenção hospitalar,
- Pacientes em unidades de saúde ou recebendo atendimento domiciliar,
- Visitantes de unidades de saúde,
- Trabalhadores em serviços de apoio, como os auxiliares de limpeza, pessoas que trabalham em lavanderias, porteiros, trabalhadores que transportam resíduos para uma instalação de tratamento ou eliminação,
- Trabalhadores em instalações de gerenciamento de resíduos (como aterros sanitários ou estações de tratamento), bem como catadores de lixo.

Embora não esteja salientado no manual de WHO (2014), os profissionais que atuam no laboratório também estão expostos aos diversos tipos de riscos, uma vez que neste local encontra-se uma gama de produtos e materiais com forte potencial de contaminação, portanto o risco de contaminação desses profissionais não deve ser negligenciado.

Estimativas de risco causados pelos resíduos hospitalares

Em todo o mundo, pelo menos 5,2 milhões de pessoas, incluindo 4 milhões de crianças, morrem a cada ano de doenças originadas de resíduos hospitalares indevidamente geridos (Abanyie et al., 2021; Das et al., 2022; Sexana et al., 2022; Wilhemina et al., 2022).

No ano 2000, estimou-se que ferimentos por materiais cortantes em profissionais de saúde causaram cerca de 66.000 casos de hepatite B (HBV), 16.000 hepatite C (HCV) e 200-5.000 infecções por HIV. Para os profissionais de saúde, as frações dessas infecções devidas à exposição ocupacional percutânea para HBV, HCV e HIV são 37%, 39% e 4%, respectivamente. Estima-se que mais de dois milhões de profissionais de saúde são expostos a lesões percutâneas com perfuro-cortantes infetados todos os anos (WHO, 2014).

Outras doenças que podem resultar do manuseamento inadequado dos resíduos são: a febre tifóide, cólera (Agberé et al., 2021; Hamadan et al., 2012; Oroei et al., 2014), febre hemorrágica, antraz, brucelose e tuberculose (Qasmi & Khan, 2019). Quando os resíduos perigosos de saúde não são geridos adequadamente, a exposição aos mesmos pode levar a outras complicações como: a infertilidade, deformidades genitais, cânceres desencadeados por hormonas, mutagenicidade, dermatite, asma e distúrbios neurológicos em crianças (Oil et al., 2016).

Resíduos hospitalares mal geridos podem afetar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas por isso, requerem atenção significativa (Abanyie et al., 2021; Eren & Uzkaya, 2021; Hamadam et al., 2012; Omar et al., 2012).

2.5. Legislação sobre a gestão dos resíduos hospitalares

Para evitar a contaminação humana e do ambiente em decorrência da produção de resíduos hospitalares surgiram, ao longo dos tempos, legislações com objetivos de diminuir os riscos causados por esses tipos de resíduos. Além de cada país produzir suas próprias leis em decorrência das suas especificidades territoriais, existem também convenções produzidas ao nível internacional que podem ser aplicadas em diversos países para melhoria na gestão dos resíduos perigosos. Algumas destas leis e convenções serão referidas em seguida.

Existem vários documentos internacionais produzidos com intuito de ajudar na melhoria da gestão dos resíduos perigosos. Segundo WHO (2014), para que as políticas tenham impacto mais amplo em um país, geralmente é requerida uma intervenção ativa do governo. Pois, uma política pode ser vista como um projeto que impulsiona a tomada de decisão e deve mobilizar esforços e recursos do governo para criar condições e realizar mudanças. Para isso, uma política nacional deve identificar as necessidades e os problemas do país, bem como levar em consideração os acordos e convenções internacionais adotados nacionalmente que regem saúde pública, desenvolvimento sustentável, o ambiente e a gestão segura desses resíduos.

Relativamente aos documentos orientadores, existem por exemplo cinco princípios que são amplamente reconhecidos como subjacentes à gestão eficaz e controlada de resíduos e têm sido usados por muitos países ao desenvolver suas políticas, legislação e orientação (WHO, 2014):

- O princípio do “**poluidor-pagador**” implica que todos os produtores de resíduos são legal e financeiramente responsáveis pelo destino seguro e ambientalmente

correto dos resíduos que produzem. Este princípio também tenta atribuir responsabilidade à parte que causa o dano.

- O princípio da “**precaução**” é um princípio persuasivo que rege a proteção da saúde e da segurança. Foi definido e adotado pela Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento como Princípio 15: “Onde houver ameaças de danos sérios ou irreversíveis ao meio ambiente, a falta de certeza científica total não deve ser usada como razão para adiar medidas custo-efetivas para prevenir a degradação ambiental”.
- O princípio do “**dever de cuidado**” estipula que qualquer pessoa que manuseie substâncias ou resíduos perigosos ou equipamento relacionado é eticamente responsável por usar o máximo de cuidado nessa tarefa. Este princípio é melhor alcançado quando todas as partes envolvidas na produção, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final de resíduos perigosos são devidamente registrados ou licenciados para produzir, receber e manusear esta categorias de resíduos.
- O princípio da “**proximidade**” preconiza que o tratamento e a deposição dos resíduos perigosos ocorram no local mais próximo possível de sua origem, a fim de minimizar os riscos envolvidos em seu transporte. Da mesma forma, toda comunidade deve ser incentivada a reciclar ou descartar os resíduos que produz, dentro de seus próprios limites territoriais, a menos que seja inseguro fazê-lo.
- O “**princípio do consentimento prévio informado**” conforme incorporado em vários tratados internacionais é projetado para proteger a saúde pública e o meio ambiente dos resíduos perigosos. Requer que as comunidades afetadas e outras partes interessadas sejam informadas sobre os perigos e que seu consentimento seja obtido. No contexto dos resíduos hospitalares, o princípio pode ser aplicado ao transporte de resíduos e à localização e operação de instalações de tratamento e eliminação de resíduos.

2.5.1. Convenções Internacionais

Além desses princípios, a preocupação ambiental vem crescendo e os governantes de vários países têm se reunido e produzido acordos internacionais que se forem colocados em prática poderão contribuir para a melhoria da saúde e do meio ambiente da população mundial. Esses acordos e convenções internacionais são particularmente

relevantes para a gestão de resíduos, a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, e devem ser tomadas consideração ao preparar a política e a legislação de gestão de resíduos, incluindo os hospitalares (WHO, 2014).

A Convenção da Basileia

A Convenção de Basileia aborda sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte, é o tratado ambiental global mais abrangente sobre resíduos perigosos e outros. Possui 170 países membros e visa proteger a saúde humana e o meio ambiente contra os efeitos adversos resultantes da geração, gestão, movimentos transfronteiriços e eliminação de resíduos perigosos e outros. Esta convenção regula os movimentos transfronteiriços dos resíduos perigosos e outros, aplicando o princípio do “consentimento prévio informado”, além disso, a convenção obriga suas partes a garantir que os resíduos perigosos e outros sejam geridos e descartados de maneira ambientalmente correta. Com esta convenção, espera-se que as partes minimizem as quantidades de resíduos que são movimentadas através das fronteiras e proíbe-se o transporte de resíduos perigosos de países industrializados para países em desenvolvimento (WHO, 2014).

A Convenção de Bamako

A Convenção de Bamako trata da importação para a África e o Controle do Movimento Transfronteiriço e Gestão de Resíduos Perigosos na África. É um tratado de nações africanas que proíbe a importação de qualquer resíduo perigoso (incluindo radioativo). Esta convenção foi negociada por 12 nações da Organização da União Africana em Bamako, Mali, em janeiro de 1991, e entrou em vigor em 1998. O ímpeto para a Convenção de Bamako surgiu da crítica ao fracasso da Convenção de Basileia em proibir o comércio de resíduos perigosos para países menos desenvolvidos. Outro estímulo foi muitas nações desenvolvidas estarem a exportar lixo tóxico para África. A Convenção de Bamako usa um formato e linguagem semelhante ao da Convenção de Basileia, mas é muito mais forte ao proibir todas as importações de resíduos perigosos (WHO, 2014).

A Convenção de Estocolmo

A Convenção de Estocolmo está relacionada com Poluentes Orgânicos Persistentes (POP). É um tratado global para proteger a saúde humana e o meio ambiente

dos POP. Os POP são produtos químicos que permanecem intactos no ambiente por longos períodos, tornam-se amplamente distribuídos geograficamente, acumulam-se no tecido adiposo dos organismos vivos e são tóxicos para humanos e animais selvagens. De acordo com o Artigo 5, os governos que fazem parte da convenção são obrigados a reduzir ou eliminar as liberações da produção não intencional de POP - em particular de, dibenzo-p-dioxinas policloradas e dibenzofuranos (WHO, 2014).

Esses produtos químicos são formados e libertados no meio ambiente por incineradoras de resíduos hospitalares e outros processos de combustão. Portanto, os governos devem exigir o uso das melhores técnicas disponíveis e promover as melhores práticas ambientais para novas incineradoras. As diretrizes das melhores técnicas disponíveis para incineradoras de resíduos hospitalares exigem uma combinação de medidas primárias e secundárias especificadas para atingir níveis de emissão atmosférica de dibenzo-p-dioxinas policloradas e dibenzofuranos não superiores a 0,1 ng I-TEQ/Nm³ (a 11 % O₂), bem como concentrações de dioxinas e furanos menores de 0,1 ng I-TEQ/L de águas residuais do tratamento de gases de combustão. A Convenção de Estocolmo afirma que “consideração prioritária” deve ser dada a processos alternativos que tenham utilidades semelhantes, mas que evitem a formação e liberação desses produtos químicos (WHO, 2014).

Agenda 21 e agenda 2030

Vinte anos após a Conferência de Estocolmo, aconteceu, em junho de 1992, no Rio de Janeiro, Brasil, a Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, que ficou conhecida como o Rio-92 e ECO/92. A Conferência reuniu o maior número de governantes de todos os tempos e de toda a história das conferências da ONU, um total de 179 países firmaram o mais ambicioso programa de ações conjuntas com o objetivo de promover, em escala planetária, um novo estilo de desenvolvimento: o Desenvolvimento Sustentável (DS) (Andrade, 2001).

A Agenda 21 é um dos instrumentos de maior importância que resultaram da ECO-92. Trata-se de um plano de ação desenvolvido para que os países pudessem, a partir dele, elaborar e implementar medidas voltadas ao desenvolvimento sustentável, que, para ser alcançado, deve abranger em conjunto as seguintes frentes: conservação ambiental; justiça social e crescimento econômico.

Relativamente a questão dos resíduos a Agenda 21 propõe que “a sociedade precisa desenvolver formas eficazes de lidar com o problema de eliminação cada vez

maior de resíduos. Os Governos, juntamente com as indústrias, as famílias e o público em geral, devem envidar um esforço conjunto para reduzir a geração de resíduos e de produtos descartados” de forma a atingirmos o tão esperado desenvolvimento sustentável.

Nota-se que o Desenvolvimento Sustentável é definido como “um desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (Lele, 2013). A questão que se põe é que a definição do Desenvolvimento Sustentável não pode separar o homem da natureza nem as responsabilidades humanas com o planeta no geral, não se pode pensar unicamente nas necessidades humanas, mas também, há que se pensar no bem-estar de todas as formas de vida visível e invisível existentes no planeta. Durante a maior parte dos últimos duzentos anos, o meio ambiente tem sido amplamente visto como externo à humanidade, principalmente para ser usado e explorado (Hopwood et al., 2005).

Na tentativa de alcançar algumas metas relacionadas com o Desenvolvimento Sustentável, a Organização das Nações Unidas criou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Inicialmente, ou seja, mais concretamente no ano de 2000, os países membros da ONU propuseram os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM), estabelecendo metas para o período entre 2000 e 2015. Como consequência, foram alcançados avanços consideráveis por isso, permaneceu o desejo de dar continuidade ao trabalho já realizado. Neste sentido, foram traçadas novas metas para os próximos 15 anos, então, os ODS tornaram os sucessores dos ODM (Kronemberger, 2019).

O surgimento dos ODS correu mais especificamente durante a Rio+20, uma conferência das Nações Unidas realizada no Rio de Janeiro, em junho de 2012, onde os 193 Estados membros da organização discutiram o desenvolvimento sustentável. Os ODS consistem em um plano de ação com 17 objetivos globais (Tabela 2.9) e 169 metas no total, para serem cumpridos até o ano de 2030, a fim de que todos os países cresçam e cooperem nessa agenda de sustentabilidade (Kronemberger, 2019).

Tabela 2.9: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Objetivos	Descrição
Objetivo 1:	Erradicar a pobreza
Objetivo 2:	Erradicar a fome
Objetivo 3:	Saúde de qualidade
Objetivo 4:	Educação de qualidade
Objetivo 5:	Igualdade de género
Objetivo 6:	Água potável e saneamento
Objetivo 7:	Energias renováveis e acessíveis
Objetivo 8:	Trabalho digno e crescimento económico

Objetivo 9:	Indústria, inovação e infraestruturas
Objetivo 10:	Reduzir as desigualdades
Objetivo 11:	Cidades e comunidades sustentáveis
Objetivo 12:	Produção e Consumo Sustentáveis
Objetivo 13:	Ação Climática
Objetivo 14:	Proteger a Vida Marinha
Objetivo 15:	Proteger a Vida Terrestre
Objetivo 16:	Paz, Justiça e Instituições Eficazes
Objetivo 17:	Parcerias para a Implementação dos Objetivos

Fonte: (<https://ods.pt/ods/>).

Além destas convenções, a organização mundial da saúde (OMS) por sua vez com objetivo de ajudar os países a atingirem uma gestão sustentável dos resíduos, tem vindo ao longo dos tempos produzindo manuais orientadores. Entre eles pode-se destacar o *Safe health-care waste management 2004* e o *Save management from health-care activities, 2014*.

É importante ressaltar que a República Democrática de São Tomé e Príncipe não assinou, nem ratificou qualquer destas Convenções, nomeadamente as de Basileia e de Bamako, colocando o país na esfera internacional com algum *déficit* em matéria das intenções que presidem às políticas de resíduos, nomeadamente o tráfico e a deposição final, para além de vulnerabilizar o país no que de pior poderá acontecer no domínio dos movimentos transfronteiras de resíduos tóxicos e perigosos.

Importa destacar que a credibilização das políticas de um país, designadamente no acesso privilegiado a fórmulas de ajuda ao desenvolvimento, passa, também, pela clara adoção de certas disciplinas jurídicas como as que resultam dos processos de ratificação das Convenções Internacionais e da subsequente transposição das suas disposições para a esfera jurídica interna. Assim sendo, há uma necessidade urgente de STP em assinar essas convenções de forma a colmatar as lacunas existentes no domínio da gestão dos resíduos sólidos em geral, e os resíduos hospitalares em particular.

2.5.2. Legislação Nacional em São Tomé e Príncipe

Como foi já citado no subcapítulo 2.2.4. deste trabalho, em STP o quadro jurídico legal relativamente aos resíduos hospitalares encontra-se no Decreto-Lei n.º 36/1999, Publicada no Diário da República. Este Decreto viabiliza o desenvolvimento das ações e políticas que permitam a sua reciclagem e a eliminação dos não recicláveis em condições de máximo aproveitamento do seu potencial energético. Nele constam as medidas e estratégias que visam incentivar e a fazer melhor uso de resíduos sólidos que não ponham

em perigo as espécies nem causem prejuízo ou poluição ao ambiente. Por isso, no Artigo 2.º está especificado os dados essenciais a considerar no licenciamento das diferentes operações de recolha, transporte, armazenagem, eliminação ou utilização dos resíduos sólidos, tendo em vista a conservação das espécies e do ambiente.

Além disso, é de ressaltar que a Constituição da República Democrática de São Tomé e Príncipe de 1990 no seu artigo 10.º, estabelece na alínea *d*) como um dos quatro Objetivos Primordiais do Estado São-Tomense: “Preservar o equilíbrio harmonioso da natureza e do ambiente”, o que revela o empenho das autoridades nacionais a promover ativamente ações, políticas e medidas de proteção, conservação e preservação dos recursos naturais. Neste sentido foi elaborada, por exemplo, a Lei de Base do Ambiente.

A Lei de Base do Ambiente (Lei n.º 10/99, Publicada no Diário da República n.º 15, 5º Suplemento) em 31 de dezembro de 1999, é a principal lei do quadro legislativo da gestão ambiental em STP, porque é nela onde se definem as bases das políticas ambientais para o desenvolvimento sustentável no país e também por ser através dela que se desenvolveram as restantes das regulamentações. Esta Lei é composta por 11 capítulos, dividida em 67 Artigos onde se estabelecem os princípios orientadores no quadro da Constituição Política e da Declaração do Rio 92 sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Dentro desta lei podemos destacar alguns artigos tais como:

Artigo 38.º refere-se a Poluição e Contaminação. No seu parágrafo 1, diz que: são factores de poluição e degradação todas as ações ou atividades que afetem negativamente a saúde, o bem-estar e as diferentes formas de vida, o equilíbrio e a perenidade dos ecossistemas naturais e transformados assim como a estabilidade física e geológica do território. E no parágrafo 2, refere que constitui causa de poluição e/ou contaminação do ambiente a introdução de quaisquer substâncias, radiações ou microrganismos patogénicos no ar, na água, no solo ou no subsolo que alterem, temporária ou irreversivelmente, a sua qualidade ou interfiram na sua normal conservação ou evolução.

Artigo 39.º fala sobre os Compostos Químicos e apresenta formas de combater a poluição derivada do uso destes compostos, os quais podem ser atingidos através de:

- a) Aplicação de tecnologias limpas;
- b) Avaliação sistemática dos potenciais dos compostos químicos sobre o homem e o ambiente;
- c) Controlo da importação, fabrico transporte, armazenamento, comercialização, utilização e eliminação dos compostos químicos;

- d) Aplicação de técnicas preventivas orientadas para a reciclagem e utilização de matérias-primas e produtos;
- e) Aplicação de instrumentos fiscais e financeiros que incentivem a reciclagem e utilização de resíduos;
- f) Elaboração de legislação sobre a utilização, homologação e etiquetagem dos produtos químicos.

O Artigo 40.º fala das Substâncias radioativas e incentiva no seu parágrafo 1, o controlo da poluição originadas por substâncias radioativas com a finalidade de eliminar a sua influência na saúde e bem-estar das populações e no ambiente. Já no parágrafo 2, salienta os procedimentos a serem adotados no controlo da poluição por substâncias radioativas:

- a) Avaliação dos efeitos das substâncias radioativas nos ecossistemas recetores;
- b) Fixação de normas de emissão para os efluentes físicos e químicos radioativos;
- c) Planeamento das medidas preventivas necessárias para a atuação imediata em caso da poluição radioativa;
- d) Avaliação e controlo dos efeitos da poluição transfronteiras e atuação diplomática internacional que permita a sua prevenção;
- e) Fixação de normas para os trânsitos, transferência e deposição de materiais radioativos no território nacional, nas águas marítimas territoriais e na zona económica exclusiva.

Artigo 41.º da especial atenção aos Resíduos e Efluentes. O parágrafo 1, diz que a emissão, transporte e destino final de resíduos e efluentes ficam condicionados a autorização prévia, devidamente titulada por uma guia de transporte da qual consta a sua origem e destino. O parágrafo 2, cita que os resíduos ou efluentes devem ser recolhidos, armazenado, transportados, eliminados ou reutilizados de forma a que não constituam perigo imediato ou potencial para a saúde nem causem prejuízo ao ambiente. E o parágrafo 3, chama atenção a descarga de resíduos e efluentes, dizendo que os mesmos só podem ser efetuados em locais determinados para o efeito e pelas entidades competentes, nas condições previstas em autorização previamente concedida.

Artigo 60.º determina a Proibição de poluir ou contaminar o território nacional ou em área sob jurisdição da República Democrática de São Tomé e Príncipe neste sentido, é proibido lançar, depositar, ou por qualquer outra forma introduzir nos componentes ambientais resíduos radioativos e outros, bem como produtos que contenham substâncias ou microrganismos suscetíveis de alterar ou tornar impróprias para as suas aplicações ou componentes ambientais e contribuam para a degradação do ambiente.

O Artigo 61.º também determina a Proibição de importações nocivas de quaisquer atividades, produtos ou matérias que causem grave degradação do ambiente ou que sejam potencialmente nocivas para a saúde humana e para os ecossistemas da República de São Tomé e Príncipe.

Em 2017, o Ministério das Infraestruturas Recursos Naturais e Ambiente de São Tomé e Príncipe fez uma proposta de lei para o “Regulamento de Gestão de Resíduos Perigosos de São Tomé e Príncipe”. Este regulamento estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos perigosos, nomeadamente a sua recolha, transporte, armazenamento, tratamento, valorização e eliminação, de forma a não constituir perigo ou causar prejuízo para a saúde humana e animal ou para o ambiente. No Artigo 3º na alínea *dd*), define-se Resíduos Perigosos como todos os resíduos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública e ao ambiente, quando manuseados ou destinados de forma inadequada, os quais incluem os resíduos hospitalares perigosos dentre outros (MIERNA, 2018).

É notória a existência de algumas leis e regulamento de boas práticas de gestão dos resíduos em STP. Entretanto o maior problema centra-se na implementação e na fiscalização dessas leis pelas autoridades competentes o que coloca o país de certa forma vulnerável em relação a proteção ambiental. Relativamente aos resíduos hospitalares o país necessita de uma regulamentação mais fina e específica. Cabe salientar que as leis existentes surgiram com intuito de preservamos a saúde e manter o ambiente sustentável para próximas gerações. Assim sendo, uma das formas de melhorar a produção e o descarte dos resíduos é através da implementação de um sistema de gestão dos resíduos, criação e implementação de políticas que visam um desenvolvimento sustentável.

O tópico a seguir fará uma abordagem inicial sobre os motivos que levaram ao uso do conceito sustentabilidade em causas ambientais. Também serão identificadas as etapas de uma gestão correta dos resíduos, a importância de se fazer a gestão segura dos resíduos hospitalares e apontará os problemas decorrentes da má gestão dos resíduos hospitalares.

2.6. Gestão dos resíduos hospitalares

O Decreto-Lei nº 102-D/2020, de 10 de dezembro no Artigo 3, alínea *o*) define “Gestão dos resíduos” como a “recolha, o transporte, a triagem, a valorização e a

eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação após encerramento”.

De acordo com as informações retiradas no “*Safe management of wastes from health-care activities*” WHO (2014), a proteção da saúde pública por meio da gestão dos resíduos pode ser alcançada por uma variedade de métodos que podem ser resumidos em uma ordem de preferência chamada de “**hierarquia de resíduos**”, onde a opção mais desejável se encontra no topo e o menos desejável na base (Figura 2.3). A "prioridade" é definida em termos de benefício geral de cada método e dos seus impactos específicos sobre o meio ambiente e proteção da saúde pública.

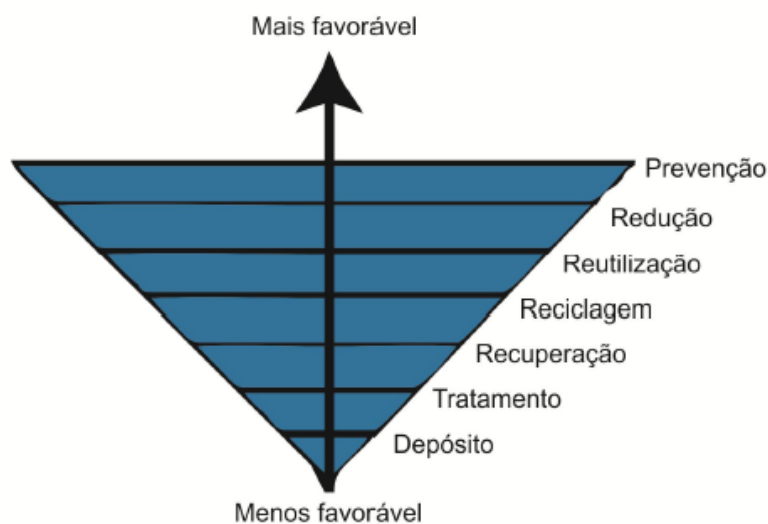


Figura 2.3: Hierarquia de gestão de resíduos.

Fonte: (Adaptado de WHO, 2014).

Ainda segundo WHO (2014), a hierarquia da gestão de resíduos é baseada no conceito dos “**3Rs**”, ou seja, reduzir, reutilizar e reciclar, e está amplamente relacionada ao uso sustentável dos recursos. Neste sentido a política dos 3Rs consiste num conjunto de medidas de ação:

Reduzir- é o primeiro e mais importante passo e, consiste na redução dos resíduos antes de serem criados. A solução de gestão preferida é simplesmente não produzir resíduos ou evitando formas de trabalho que desperdiçam. Para alcançar a redução (ou minimização) duradoura dos resíduos, o foco deve estar no trabalho para mudar as práticas clínicas para aquelas que utilizam menos materiais. Embora a minimização de resíduos seja mais comumente aplicada no ponto de sua geração, os gestores de saúde

também podem tomar medidas para reduzir a produção de resíduos através adoção de estratégias nas compras e controle de estoque (WHO, 2014).

A outra forma de reduzir os resíduos é através da compra ambientalmente preferível, refere-se à compra de produtos e serviços menos prejudiciais, em termos de impactos ambientais. Na sua forma mais simples, a compra ambientalmente preferível pode levar à compra através de medidas mais sofisticadas, como a seleção de equipamentos médicos com base em uma avaliação do impacto ambiental do equipamento desde a fabricação até o descarte final, conhecido como “pensamento do ciclo de vida”. Com uma política de compra ambientalmente preferível em vigor pode ter a exigência de que as compras só possam ser feitas de fornecedores com sistema de gestão ambiental. A aplicação da compra ambientalmente preferível pode ajudar os centros de saúde a reduzir seu impacto geral no meio ambiente e fornecer condições mais saudáveis para pacientes e funcionários ao mudar para materiais menos perigosos (por exemplo, solventes, fluidos de limpeza), e reduzir os custos subsequentes relacionados com a eliminação de resíduos (WHO, 2014).

Reutilizar - é voltar a utilizar os objetos antes de jogá-los fora. A reutilização de materiais em uma unidade de saúde tem provocado muitos debates, com particular preocupação com a reutilização de dispositivos (médicos) de uso único. Em geral, o uso de itens não descartáveis para procedimentos médicos devem ser encorajados onde sua reutilização após a limpeza pode ser demonstrada para minimizar a transmissão de infecções a níveis aceitáveis, denominada de “reutilização segura”. A reutilização pode envolver uma combinação ou de todas as seguintes etapas: limpeza, descontaminação, acondicionamento, desinfecção e esterilização. Existem materiais que não podem ser reutilizáveis, porém podem ser recicláveis (WHO, 2014).

Reciclar- é transformar os materiais inúteis em materiais úteis poupando energia e matéria-prima. Do ponto de vista ambiental, a reciclagem é menos desejável do que a reutilização de um resíduo, porque frequentemente requer demanda substancial de energia e transporte para centros de reciclagem externos (WHO, 2014).

De acordo com a OMS (2014) os resíduos recicláveis mais comuns que são gerados em instalações de cuidado de saúde são:

- Caixas de papelão, jornais e revistas e papel (por exemplo, papel de escritório branco, papel impressão e escrita, papel de notas de cor);

- Plástico, como PET (tereftalato de polietileno), por exemplo de garrafas plásticas de água ou de refrigerante ou PEAD (polietileno de alta densidade) por exemplo, recipientes plásticos de leite, recipientes para alimentação e garrafas de plástico para soluções salinas;
- Embalagem de poliestireno;
- Madeira (por exemplo, paletes de transporte);
- Metais (por exemplo, latas e recipientes de bebidas de alumínio, latas de comida, outros recipientes metálicos);
- Vidro claro, colorido ou misturado.

Além disso, bens duráveis, como móveis usados, molduras de cama, tapetes, cortinas e louças, bens como computadores, cartuchos e toner de impressoras, também são potencialmente reutilizáveis. Flores, resíduos de alimentos de serviços de cozinha e resíduos de plantas de manutenção de terrenos são exemplos de resíduos compostáveis (WHO, 2014).

2.6.1. Problemas decorrente da má gestão dos resíduos hospitalares

A gestão dos resíduos hospitalares tem sido desafiadora e crítica em muitos países em desenvolvimento (Omolek et al., 2021). Por prestam menos atenção a esses resíduos, os resíduos infecciosos acabam misturados com resíduos não infecciosos (Agbere et al., 2021; Oroei et al., 2014) e descartados com o resíduo doméstico comum, criando um risco significativo para todos que trabalham na área da saúde (Agbere et al., 2021).

A OMS estima que 64% dos hospitais em 22 países não realizam procedimentos corretos de gestão de resíduos. Os factores associados à segregação imprópria incluem conscientização inadequada, atitudes e práticas inadequadas dos profissionais de saúde, gestão inadequada pela liderança da unidade (Oroei et al., 2014) e limitações nas opções de descarte (Agbere et al., 2021). Por isso, a OMS reconhece que em muitos países, incluindo países desenvolvidos, a gestão e descarte inadequados dos resíduos hospitalares continuam a representar uma ameaça significativa ao gozo dos direitos humanos, incluindo o direito à vida, saúde física e mental, segurança e ambiente de trabalho saudável, bem como os direitos a um nível de vida adequado (Omar et al., 2012).

O grande componente dos resíduos hospitalares são os não perigosos, os quais são semelhantes aos resíduos urbanos e não representam maior risco do que os resíduos

produzidos nas habitações. No entanto, é o menor componente do resíduo hospitalar que é perigoso e que precisa ser adequadamente gerido para que os riscos à saúde decorrentes da exposição possam ser minimizados, visando a proteção do pessoal da saúde, dos pacientes e do público em geral (WHO, 2014). Ou seja, embora os resíduos hospitalares representem uma pequena parcela de todos os fluxos de resíduos sólidos, a gestão dos resíduos é de grande preocupação devido aos seus potenciais riscos ambientais e à saúde pública (Agbere et al., 2021; Chen et al., 2021; Hamadan et al 2012).

Portanto, esta é a razão fundamental para a implementação de um sistema de gestão de resíduos nos setores de cuidados de saúde (WHO, 2014) para que haja a separação dos resíduos infecciosos dos resíduos não infecciosos. Porque uma vez misturados os resíduos não infecciosos tornam-se infecciosos (Oroei et al., 2014).

Dentre os problemas decorrentes da gestão inadequado de resíduos hospitalares incluem-se as exposições a materiais infecciosos, acidentes com instrumentos cortantes, doenças transmitidas aos humanos por agentes infecciosos, contaminação do meio ambiente por agentes infecciosos e produtos químicos perigosos (Agbere et al., 2021). Durante qualquer surto de doença infecciosa, os resíduos gerados nas instalações de saúde aumentam exponencialmente por isso, os cuidados especiais devem ser tomados para evitar impactos preocupantes como a disseminação do microrganismo infeccioso (Das et al, 2021).

É de salientar que, uma vez no ambiente, as bactérias gram-negativas podem adquirir genes de resistência de outras bactérias presentes no solo, na água e nos efluentes hospitalares, e conseqüentemente, transmitir esta resistência para outros agentes patogénicos através da transferência de plasmídeos que carregam fragmentos de ADN da bactéria resistente. A presença destes microrganismos multirresistentes no meio ambiente está a tornar-se um problema de saúde pública, já que sua propagação contribui para o aumento das taxas de infeção hospitalar e comunitária com elevação das taxas de morbidade e mortalidade (Sousa et al., 2015).

Os resíduos de forma geral, independentemente de serem da área laboratorial, da área da saúde ou domiciliar, quando descartados de forma incorreta apresentam diversas conseqüências negativas a saúde e ao meio ambiente, além da poluição visual e mau cheiro (Mucelin & Bellini, 2008).

2.6.2. Etapas de gestão dos resíduos hospitalares

De acordo com Das et al. (2021) um bom sistema de gestão dos resíduos em uma unidade de saúde requer uma unidade de limpeza de resíduos, existência de práticas ambientais, avaliação das opções de gestão de resíduos, desenvolvimento de planos de gestão de resíduos e promulgação de políticas e diretrizes institucionais que definam claramente os papéis e responsabilidades das pessoas envolvidas.

Nas etapas de gestão estão envolvidos os estabelecimentos de uma organização de gestão de resíduos, alocação de recursos pessoais, financeiros periódicos, implementação de planos, treino, monitorização, avaliação e melhoria contínua. A gestão eficaz dos resíduos de saúde depende exclusivamente de uma boa organização e estratégias de gestão. Deve ser formada uma equipa ou comissão de gestão dos resíduos para desenvolver e implementar um plano de gestão de resíduos. Em áreas de baixa os rendimentos, deve haver um comité de controlo de saúde, com uma pessoa responsável pela gestão de unidades de saúde (Das et al., 2021).

Para um bom funcionamento da gestão dos resíduos, devem ser seguidos os princípios gerais de segregação, armazenamento e transporte dos resíduos que estão relacionados com controlo do fluxo dos resíduos que vai desde a geração até ao descarte, dentre eles (WHO, 2014):

- Os resíduos hospitalares que são gerados em uma área médica, devem ser segregados em diferentes frações, com base em seu potencial de risco;
- Os recipientes separados devem estar disponíveis em cada área médica para cada fração segregada dos resíduos;
- Os recipientes de resíduos, quando cheios, devem ser rotulados para ajudar os gerentes a controlar a produção de resíduos;
- Para os resíduos que não forem recolhidos com frequência é necessário uma área de armazenamento da qual deve ser fechada, dentro ou perto da área médica;
- Os resíduos perigosos e não perigosos não devem ser misturados durante a recolha, transporte ou armazenamento;
- Os resíduos recolhidos devem ser levados para locais de armazenamento central antes do tratamento e eliminação;
- Os funcionários devem entender os riscos e procedimentos de segurança para os resíduos que estão manuseando.

Em seguida será feita a descrição de cada etapa de gestão dos resíduos hospitalares baseados no WHO (2014), estas etapas incluem inicialmente a segregação, coleta, embalagem, armazenamento, tratamento, transporte e disposição final (Oroei et al., 2014).

Segregação

Os métodos de segregação devem ser claramente definidos na política de gestão de resíduos nos centros de serviços de saúde. É importante que todos os funcionários apoiem as políticas de gestão dos resíduos e devem entender os motivos para operação de práticas de segregação. Para isso eles devem ser capacitados periodicamente para garantir que todos os funcionários sejam lembrados das suas responsabilidades. Por outro lado, o comitê de gestão dos resíduos é responsável para garantir que as regras de segregação sejam aplicadas e as auditorias dos resíduos para quantificar os resíduos produzidos. Além disso, cartazes de segregação dos resíduos nessas áreas ajudam a aumentar o conhecimento sobre as práticas de segregação e a melhorar a qualidade dos componentes dos resíduos separados (WHO, 2014).

Os resíduos devem ser segregados dentro de cada categoria principal (por exemplo, não perigosos, potencialmente infecciosos, perfuro-cortantes), uma segregação adicional pode ser vantajosa. O recipiente de resíduo apropriado como (sacos, lixeiras, caixas para objetos cortantes) deve estar disponível em cada área de produção dos resíduos, permitindo que a equipa separe e descarte os resíduos no ponto de geração. O sucesso da segregação pode ser melhorado certificando-se de que os recipientes sejam grandes o suficiente para a quantidade de resíduos gerado naquele local durante o período entre as recolhas. Dados atualizados de auditoria de resíduos podem ser usados para avaliar o volume e o tipo de recipientes de resíduos necessários (WHO, 2014).

Segregação dos resíduos não perigosos

Os resíduos gerais não perigosos podem ser divididos em recicláveis, resíduos biodegradáveis e porções não recicláveis. Se estes forem misturados no ponto de geração, pode impedir que os recicláveis sejam recuperados. Os restos de comida podem ser recolhidos nas áreas médicas e devolvidos diretamente às cozinhas. Os resíduos da cozinha podem ser compostados ou, onde os regulamentos permitirem, esterilizados e usados para alimentação animal. Resíduos biodegradáveis não perigosos (por exemplo, flores) podem ser descartados com o resíduo da cozinha (WHO, 2014).

Segregação dos resíduos perigosos

Resíduos altamente infecciosos, como amostras de diagnóstico laboratoriais e resíduos de pacientes infecciosos em isolamento, devem ser recolhidos separadamente e autoclavados no ponto de geração. Uma vez desinfetados, os resíduos deixariam uma área médica no recipiente de resíduos hospitalares infecciosos. Já os resíduos anatómicos, particularmente partes reconhecíveis do corpo ou material fetal, devem ser manuseados de acordo com as preferências religiosas e culturais predominantes (mais comumente, enterrados ou cremação autorizados). Em áreas de poucos recursos, placentas e outros resíduos anatómicos não reconhecíveis podem ser descartados em uma fossa onde podem ser biodegradados naturalmente (WHO, 2014).

Os resíduos perfuro-cortantes (combinação de agulha e seringa) devem ser colocados diretamente em um recipiente para perfuro-cortantes. Em alguns lugares, é permitido que as seringas tenham suas agulhas removidas ou destruídas antes de serem colocadas em uma lixeira infetante. Quaisquer agulhas removidas são colocadas em um recipiente à prova de perfuração, no entanto esta abordagem não é universalmente aceita como melhor prática. Como os perfuro-cortantes podem causar ferimentos que deixam as pessoas vulneráveis à infecção, tanto os perfuro-cortantes contaminados quanto os não contaminados devem ser recolhidos em um recipiente à prova de perfuração e impermeável que seja difícil de abrir após o fecho. As opções de baixo custo incluem a reutilização de garrafas de plástico ou latas de metal. Se isso for feito, os rótulos originais devem ser removidos ou obscurecidos e os recipientes devem ser claramente rotulados como “recipientes para perfuro-cortantes” (WHO, 2014).

Os resíduos químicos e farmacêuticos devem ser segregados e recolhidos separadamente: as subcategorias incluem mercúrio, baterias, resíduos contendo cádmio, fotoquímicos, corantes e reagentes de laboratório, drogas citotóxicas e outros produtos farmacêuticos. Todos devem ser claramente rotulados com o tipo de resíduo e o nome dos principais produtos químicos, com todos os rótulos de perigo necessários anexados a produtos químicos corrosivos, inflamáveis, explosivos ou tóxicos. Resíduos químicos líquidos nunca devem ser misturados ou descartados no sumidouro, mas devem ser armazenados em recipientes fortes à prova de vazamentos. O retorno dos produtos químicos aos fornecedores devem ser praticados sempre que possível (WHO, 2014).

A prata é cada vez mais usada em produtos médicos, mas raramente é segregada devido a falta de instalações dedicadas à eliminação ou recuperação de metais. As lâmpadas de baixo consumo (fluorescentes compactas) contêm pequenas quantidades de

mercúrio. Tanto estas como as baterias devem ser separados e tratados por processos de reciclagem, onde existam instalações adequadas (WHO, 2014).

Os medicamentos não utilizados devem retornar à farmácia para devolução aos fabricantes ou despachados para especialista em tratamento deste tipo de resíduos. Os produtos farmacêuticos devem ser mantidos em suas embalagens originais para facilitar a identificação e evitar reações entre produtos químicos incompatíveis. Produtos químicos e farmacêuticos derramados e contaminados não devem ser devolvidos à farmácia, mas devem ir diretamente do ponto de produção para um depósito de resíduos. Onde existam serviços de descarte especializados, eles devem coletar e manusear os resíduos radioativos. Caso contrário, os resíduos podem ser armazenados em reservatórios seguros e à prova de radiação (à prova de vazamento, revestidos com chumbo e claramente rotulados com o nome do radionuclídeo e data de deposição) onde deve ser deixado para decair naturalmente (WHO, 2014).

Recolha

Os horários de recolha dos resíduos devem ser fixos e adequados à quantidade de resíduos produzidos em cada instalação ou unidade de saúde. Durante esse processo os resíduos gerais não devem ser recolhidos ao mesmo tempo ou no mesmo carrinho que os infecciosos ou outros resíduos perigosos (WHO, 2014).

Os sacos de lixo e recipientes para objetos cortantes devem ser preenchidos até no máximo três quartos. Uma vez atingido esse nível, eles devem ser lacrados e prontos para serem recolhidos. As sacolas plásticas nunca devem ser presas com grampo de metal, mas podem ser amarradas ou seladas com uma etiqueta ou laço de plástico. Sacos ou recipientes de reposição devem estar disponíveis em cada local de coleta para serem imediatamente substituídos. Por outro lado, os sacos e recipientes, de resíduos devem ser rotulados com a data, tipo de resíduo e ponto de geração para permitir que sejam rastreados até o descarte. Sempre que possível, o peso também deve ser registrado rotineiramente. A recolha deve ser diária para a maioria dos resíduos, com coleta programada para corresponder ao padrão de geração dos resíduos durante o dia (WHO, 2014).

A frequência da recolha deve ser refinada através da experiência para garantir que não haja recipientes de resíduos transbordando em nenhum momento. Resíduos biologicamente ativos (por exemplo, resíduos infecciosos) devem ser recolhidos diariamente (WHO, 2014).

Armazenamento temporário

Sempre que possível, os resíduos perigosos gerados em áreas médicas devem ser armazenados em salas de serviço, que são designadas para equipamentos de limpeza, roupa suja e resíduos. A partir deste local os resíduos podem ser mantidos longe dos pacientes antes da remoção, então recolhidos convenientemente e transportados para uma instalação de armazenamento central. Isso é conhecido como armazenamento provisório ou de curto prazo (WHO, 2014).

Se não houver salas de serviço disponíveis, os resíduos podem ser armazenados em outro local designado perto de uma área médica, mas longe de pacientes e acesso público. Outra possibilidade de armazenamento provisório é um contentor fechado estacionado, dentro ou perto de uma área médica. Um recipiente de armazenamento usado para resíduos infecciosos deve ser claramente rotulado e de preferência com fechadura (WHO, 2014).

Já as áreas de armazenamento central são locais dentro de uma unidade de saúde onde diferentes tipos de resíduos devem ser levados para retenção segura até que seja tratado ou recolhido para transporte externo. É de salientar que as áreas de armazenamento de resíduos hospitalares devem seguir as seguintes recomendações (WHO, 2014):

- Ter piso impermeável, duro e com boa drenagem (longe de cursos de água); o chão deve ser fácil limpar e desinfetar;
- Na instalação os espaços devem ser projetados para manter os resíduos gerais separados dos infecciosos e outros resíduos perigosos;
- A instalação deve ter abastecimento de água para fins de limpeza;
- Ter fácil acesso para o pessoal encarregado de manusear os resíduos;
- Ser bloqueáveis para impedir o acesso de pessoas não autorizadas;
- Ter fácil acesso para veículos de recolha de resíduo;
- Ter proteção contra o sol;
- Ser inacessíveis a animais (insetos e pássaros);
- Ter boa iluminação e pelo menos ventilação passiva;
- Não estar situado próximo a lojas de alimentos frescos e áreas de preparação de alimentos;
- Ter um estoque de equipamentos de limpeza, roupas de proteção e sacos de resíduo ou recipientes localizados convenientemente próximos da área de armazenamento;
- Ter um lavatório com água corrente e sabão à disposição do pessoal;
- Ser limpo regularmente (pelo menos uma vez por semana);

- Ter equipamento de contenção de derrames;
- Ser adequado aos volumes de resíduos gerados em cada estabelecimento de saúde.

As instalações de armazenamento devem ser sinalizadas de acordo com o nível de perigo dos resíduos armazenados (WHO, 2014).

Transporte interno

O transporte interno deve ocorrer em horários menos movimentados, sempre que possível. As rotas devem ser definidas para evitar a exposição da equipe e dos pacientes e minimizar a passagem de carrinhos carregados pelo atendimento ao paciente e outros locais limpos. Dependendo do projeto da unidade de saúde, o transporte interno de resíduos deve ser feito em andares separados, escadas ou elevadores, tanto quanto possível. As rotas regulares de transporte e os horários de recolha devem ser fixos e confiáveis. A equipe de transporte deve usar equipamento de proteção individual adequado (luvas, sapatos fortes e fechados, macacão e máscaras) (WHO, 2014).

Resíduos perigosos e não perigosos devem sempre ser transportados separadamente e, em geral, existem três diferentes sistemas de transporte (WHO, 2014):

- Os carrinhos de transporte para resíduos gerais devem ser pintados de preto, devem ser usados apenas para os resíduos não perigosos e rotulados claramente como “resíduos gerais” ou “resíduos não perigosos”.

- Já os resíduos infecciosos podem ser transportados juntamente com os resíduos perfuro-cortantes. Os carrinhos devem ser coloridos com cores apropriado para resíduos infecciosos (amarelo) e devem ser rotulados com um sinal de “resíduo infeccioso”.

- Outros resíduos perigosos, como resíduos químicos e farmacêuticos, devem ser transportados separadamente em caixas para locais de armazenamento central.

Resíduos, especialmente resíduos perigosos, nunca devem ser transportados manualmente devido ao risco de acidentes ou ferimentos causados por material infeccioso ou objetos pontiagudos descartados incorretamente que possam se projetar de um recipiente. Carrinhos sobressalentes devem estar disponíveis em caso de avarias e manutenção. Os carrinhos devem ser limpos e desinfetados diariamente (WHO, 2014).

Transporte externo dos resíduos

O transporte externo é o transporte de resíduos hospitalares nas vias públicas, longe de uma unidade de saúde. O transporte de resíduos hospitalares perigosos deve

cumprir os regulamentos nacionais e os acordos internacionais se os resíduos forem transportados através de uma fronteira internacional para tratamento (WHO, 2014).

Os motoristas dos veículos que transportam resíduos hospitalares perigosos devem receber treinamento adequado sobre riscos e manuseio dos resíduos perigosos, além disso, devem ser declarados clinicamente aptos para dirigir veículos e, por questões de segurança, recomenda-se a vacinação contra tétano e hepatite A e B (WHO, 2014).

Requisitos do veículo

Um requisito fundamental é que o veículo que transporta resíduos perigosos esteja em condições de circular e rotulado que indique sua carga e sua carga útil a ser protegida para minimizar o risco de acidentes e derramamentos. Os veículos usados para transportar resíduos hospitalares não devem ser usados para transportar qualquer outro material, devem ser mantidos trancados o tempo todo, exceto ao carregar e descarregar, e devem ser mantidos em manutenção adequada, limpos e desinfetados diariamente depois de usar. Qualquer veículo usado para o transporte de resíduos hospitalares deve atender a vários critérios como (WHO, 2014):

- A carroceria do veículo deve ter um tamanho adequado compatível com o projeto do veículo.
- Deve haver uma antepara entre a cabine do motorista e a carroceria do veículo, projetada para reter a carga se o veículo estiver envolvido em uma colisão.
- Deve haver um sistema adequado para prender a carga durante o transporte.
- Sacos plásticos vazios, roupas de proteção adequadas, equipamentos de limpeza, ferramentas e desinfetante, juntamente com *kits* especiais para lidar com derramamentos de líquidos devem ser transportados em um compartimento separado no veículo.
- O acabamento interno do veículo deve permitir que ele seja limpo com vapor e os ângulos internos devem ser arredondados para permitir uma limpeza mais completa e evitar danos aos recipientes de lixo.
- O veículo deve estar marcado com o nome e endereço do transportador de resíduos.
- Um sinal de perigo internacional deve ser exibido no veículo, bem como um sinal de emergência e o número de telefone.

Tratamento

O objetivo do tratamento é reduzir o perigo potencial representado pelos resíduos hospitalares e ao mesmo tempo proteger o meio ambiente. No entanto devem ser seguidas as hierarquias da gestão dos resíduos onde primeiramente devem ser seguidas medidas para minimizar e reutilizar itens de resíduos onde for seguro fazê-lo. Porém, quando isso não for possível, os resíduos inutilizáveis devem, preferencialmente, ser tratados para reduzir o volume e o seu risco potencial à saúde ou ao ambiente (WHO, 2014).

A escolha do sistema de tratamento envolve a consideração das características dos resíduos, capacidades, requisitos tecnológicos, factores ambientais, segurança e custos, muitos dos quais dependem das condições locais. Existem cinco processos básicos para o tratamento dos componentes perigosos em resíduos hospitalares, em particular, perfurocortantes, resíduos infecciosos e patológicos, dentre eles, os processos térmicos, químicos, de radiação, biológicos e mecânicos. Esses processos serão descritos com mais detalhe na secção seguinte (2.7). A abordagem incidirá essencialmente nas tecnologias que têm como base a desinfecção dos resíduos, isto porque os resíduos aqui abordados são aqueles que potencialmente apresentam algum tipo de risco biológico. Por outro lado, o conhecimento das vantagens e desvantagens das tecnologias existentes ajudarão na escolha de melhor tecnologia de tratamento dos resíduos hospitalares.

2.7. Tecnologias de tratamento dos resíduos hospitalares

As tecnologias de tratamento de resíduos mais estabelecidas concentram-se na desinfecção. A desinfecção pode ser definida como a redução ou remoção de microrganismos causadores de doenças (agentes patogénicos) para minimizar o potencial de transmissão das doenças. Já a esterilização é definida como a destruição de toda a vida microbiana. Uma vez que a destruição completa de todos os microrganismos é difícil de estabelecer, a esterilização de instrumentos médicos e cirúrgicos são geralmente expressos como uma redução de 6 log₁₀ (isto é, uma redução de 99,9999%) ou mais de um microrganismo especificado que é altamente resistente ao processo de tratamento. Uma redução de 6 log₁₀ corresponde a um milionésimo (0,000001) de probabilidade de sobrevivência da população microbiana (WHO, 2014).

A esterilização dos resíduos é o principal passo adotado para o manuseio seguro dos resíduos hospitalares. Esses resíduos podem passar por tratamentos preliminares de desinfecção no local de armazenamento temporário antes de serem descarregados e transportados para a instalação de tratamento por esterilização de resíduos em grande

escala. Geralmente as tecnologias de tratamento têm sido classificadas em três tipos: incineração considerada processo térmico, desinfecção química e física (Dharmaraj et al., 2021).

Dentre os processos térmicos, destacam-se a incineração e a pirólise (Dave & Joshi, 2010). Para a incineração, existem dois tipos principais de incineradores, nomeadamente o Incinerador Rotativo Klin e o Incinerador de Plasma. A pirólise é dividida em 4 tipos: 1) Pirólise lenta; 2) Pirólise convencional; 3) Pirólise rápida; 4) Pirólise catalítica. No entanto, a Pirólise rápida é subdividida em Pirólise flash e Pirólise ultrarrápida. A desinfecção física usa autoclave e tratamento por micro-ondas. Já em relação à desinfecção química, os produtos mais utilizados são: hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, dióxido de cloro (Dharmaraj et al., 2021).

2.7.1. Tecnologia de incineração (TI)

A tecnologia de incineração (TI) é adotada principalmente para investimentos de grande escala, bem como para o tratamento de grande quantidade de resíduos e é eficiente na desinfecção de resíduos infecciosos ou farmacêuticos (Dharmaraj et al., 2021). Atualmente, esta tecnologia provou ser mais promissora para o tratamento de resíduos médicos em muitos países desenvolvidos (Pan et al., 2013). Por outro lado, essa tecnologia é amplamente utilizada para recuperar o conteúdo energético de resíduos. Durante o processo de incineração os resíduos são queimados e convertidos simultaneamente em produtos gasosos, energia e num produto sólido: cinza (Li et al., 2021).

A incineração é um dos métodos de tratamento mais eficazes para resíduos de saúde e há imensos benefícios na incineração. Entre eles podemos destacar: a redução do volume de resíduo, o produto final irreconhecível na forma de cinzas e a destruição de agentes patogénicos (Abanyie et al., 2021). Relativamente ao volume, a incineração reduz a quantidade e o peso dos resíduos sólidos em até 90% e 70% respetivamente (Li et al., 2021).

A incineração é um processo de oxidação a seco de alta temperatura que varia de 800°C a 1200°C (Figura 2.4) e, durante o processo de combustão pode destruir completamente os agentes infecciosos. Durante este processo, há grandes libertações de toxinas como produtos de combustão incompleta (PIC), dioxinas, furanos, metais pesados e gases (Chen et al., 2012; Dharmaraj et al., 2021; Ilyas & Kim, 2020; Pan et al., 2013) os quais podem poluir o meio ambiente, no entanto produção e libertação desses gases

depende das condições de operação (do processo) e da composição dos materiais incinerados (Chen et al., 2012).

Os PIC são formados quando os resíduos se desintegram durante o processo de incineração e são reorganizados em pequenas partículas posteriormente pelo arrefecimento pós-combustão. As dioxinas são libertas, uma vez que a maioria dos componentes são de resíduos plásticos (Dharmaraj et al., 2021).

As toxinas libertas durante o processo de TI podem ser armazenadas em células gordurosas. Essas toxinas são substâncias cancerígenas que podem prejudicar o sistema imunológico, além de causar um desequilíbrio nas secreções hormonais. O produto final (cinzas) formados durante a conclusão do processo de TI deve ser analisado quanto a quaisquer substâncias tóxicas antes de serem descartados em aterros (Dharmaraj et al., 2021).

No processo de incineração cujo o sistema não possui tratamento de efluentes gasosos pode destruir o meio ambiente através da libertação e emissão atmosférica de gases como, dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogénio (NO₂), dióxido de carbono CO₂, protóxido de azoto (N₂O), (Deepak et al., 2022).

Os principais poluentes do processo de incineração de resíduos são dibenzo-p-dioxinas policloradas/dibenzodioxinas policloradas, ou simplesmente dioxinas, dibenzofuranos policlorados e naftalenos emergentes policlorados, esses compostos são cancerígenos e podem poluir o ar (Deepak et al., 2022). As emissões desses gases para o ambiente não são aceitáveis pelos requisitos do Conselho Europeu Directiva 2010/75/EU. Esses poluentes são chamados de poluentes orgânicos persistentes (POP) por terem potencial de bioacumular na biota e no corpo humano (Li et al., 2021; Ilyas & Kim, 2020).

A natureza tóxica das cinzas do processo de incineração também polui as águas subterrâneas e afeta o solo e a vida vegetal (Deepak et al., 2022; He et al., 2016). Por isso, a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Persistentes e, o Protocolo Europeu para a Convenção Regional da Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça de Longa Distância em Poluentes Orgânicos Persistentes, exigem esforços para eliminar ou reduzir a emissão desses poluentes, (Li et al., 2021). As vantagens e desvantagens desta tecnologia estão descritas na Tabela 2.10.

Para controlar a emissão de toxinas dos reatores de incineração, instalações adicionais de tratamento de gases de combustão devem ser anexadas, o que é um custo extra. Aparentemente, operar a TI com uma quantidade menor de resíduos não será viável

na prática e exigirá métodos alternativos ecologicamente corretos para o tratamento seguro e eficaz dos resíduos (Dharmaraj et al., 2021).

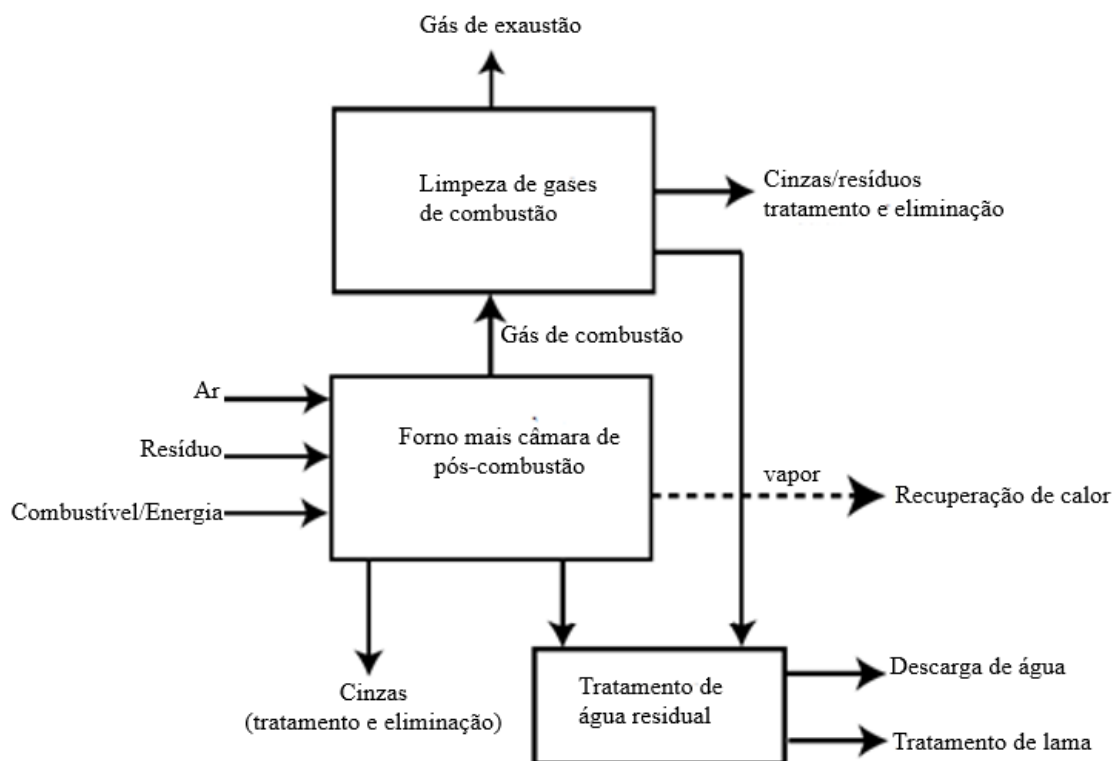


Figura 2.4: Esquema de fluxo simplificado do processo de incineração.

Fonte: (Adaptado de WHO, 2014).

Tabela 2.10: Vantagens e desvantagens da incineração.

Vantagens	Desvantagens
Trata grandes quantidades de resíduos hospitalares.	Liberta grandes quantidades de toxinas, dioxinas, furanos, metais pesados e gases ácidos para a atmosfera.
Destrói completamente os agentes infecciosos / patogênicos.	Inviável quando há pouca quantidade de resíduos.
Reduz o volume de resíduos até 90%.	Alguns subprodutos formados são corrosivos.
	Consumo excessivo de energia.
	Não é adequada para tratar resíduos radioativos.

Fonte: (Abanyie et al., 2021; Deepak et al., 2022; Dharmaraj et al., 2021).

Incinerador de forno rotativo

Este tipo de incinerador é amplamente utilizado na China para tratar resíduos hospitalares. O equipamento é composto por um forno rotativo e uma câmara de pós-combustão (Figura 2.5). O forno rotativo não só ajuda na mistura de resíduos, mas também exhibe incineração eficiente. O forno é carregado com os resíduos no topo e gira 2 a 5 vezes por minuto. A temperatura de incineração pode atingir 1200°C e 1600°C, o que poderia destruir eficientemente os materiais perigosos. Os gases produzidos no forno são forçados a passar pela câmara de combustão e os compostos orgânicos são queimados com um tempo de residência de 2s. Os restos de cinzas são recolhidos na parte inferior (Dharmaraj et al., 2021).

As capacidades de incineração variam de 0,5 a 3 toneladas(t)/hora. É uma tecnologia adequada para o tratamento de resíduos infecciosos, resíduos citotóxicos, resíduos químicos e farmacêuticos, mas não é adequado para resíduos radioativos (o tratamento não afeta as propriedades radioativas e pode dispersar a radiação), recipientes pressurizados (explodem durante o processo e podem causar danos à incineradora) e resíduos com alto teor de metais pesados (os metais não são destruídos durante a incineração e pode ocorrer a emissão de metais pesados tóxicos para a atmosfera). Os gases e as cinzas que são produzidos após a incineração de resíduos, que ainda podem conter algumas substâncias tóxicas, devem por sua vez ser também tratados. Geralmente, os custos de equipamento e operação são elevados devido ao consumo elevado de energia, e os subprodutos formados são altamente corrosivos, o que faz com que o forno seja frequentemente reparado ou substituído (Dharmaraj et al., 2021).

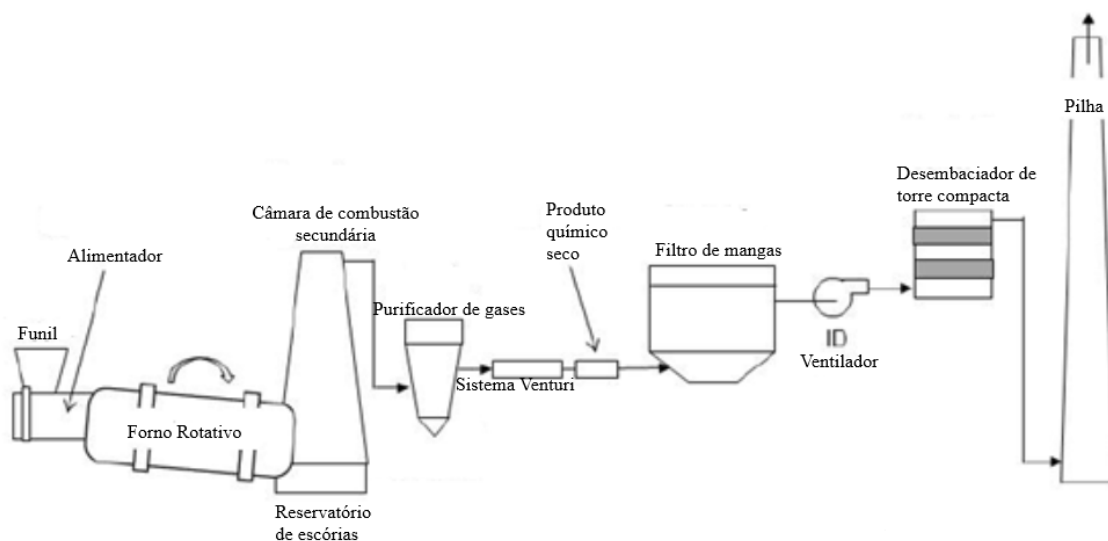


Figura 2.5: Esquema simplificado de um incinerador de forno rotativo.

Fonte: (Adaptado de WHO, 2014).

Incineração de plasma

Esta é uma das tecnologias eficientes que pode ser utilizada para o tratamento eficaz dos resíduos hospitalares. Nesse processo, a energia elétrica é utilizada para geração de plasma e são produzidos mais de 2700°C de temperatura. Isso faz com que uma grande quantidade de resíduos seja rapidamente decomposta em moléculas menores. Não forma nenhum produto intermediário, e os gases assim formados são purificados e lançados na atmosfera. Em comparação com outras técnicas, a tecnologia de incineração de plasma exibiu mais eficiência devido à maior produção de energia e menor volume de cinzas geradas (Dharmaraj et al., 2021).

2.7.2. Pirólise

Pirólise é um processo termoquímico em que os resíduos sólidos e líquidos são desintegrados através de altas temperaturas sob condições anaeróbicas ou de baixo nível de oxigênio. Portanto as macromoléculas são divididas em compostos mais simples formando combustíveis sólidos, líquidos, gases e materiais carbonáceos como o carvão que apresentam propriedades de sequestro de carbono. Os produtos sólidos ou líquidos formados durante este processo possuem alto valor comercial e também podem atuar como uma alternativa energética substituta aos combustíveis fósseis existentes, por isso, esta tecnologia vem recebendo muita atenção (Dharmaraj et al., 2021), as vantagens e desvantagens podem ser visualizados na Tabela 2.11.

A pirólise requer apenas variação nos parâmetros operacionais, como diferentes temperaturas ou taxas de aquecimento. Por outro lado, esta tecnologia tem a capacidade de transformar materiais de baixa densidade energética em combustíveis de alta energia como o óleo que pode ser usado como fonte de energia em outros sistemas. Atualmente, diferentes tipos de técnicas de pirólise foram desenvolvidos e cada uma opera com tipos específicos de reatores que são projetados para tratar uma quantidade precisa de resíduos e gerar produtos definidos (Dharmaraj et al., 2021).

Esta tecnologia de tratamento está classificada em 4 tipos diferentes, 1) Rápida, 2) Lenta 3) Catalítica e 4) Convencional. No processo de pirólise rápida, o tempo de residência do vapor (VRT) será de cerca de segundos ou milissegundos. No entanto, na pirólise lenta, o VRT é de cerca de minutos ou mais. Existem principalmente diferenças entre o VRT e as temperaturas de operação (OT). A pirólise rápida ainda se subdivide em dois tipos, 1) Ultrarrápida e 2) Flash, e o produto crítico produzido são gases e óleo (Dharmaraj et al., 2021; Nabavi-Pelesaraei et al., 2022).

A pirólise de alta temperatura funciona em uma faixa de temperaturas de 540° C a 8300°C. Existem diferentes tipos de técnicas de pirólise de alta temperatura, que incluem pirólise-oxidação, pirólise baseada em indução, pirólise baseada em laser, e pirólise plasmática. Na pirólise por oxidação, uma alta temperatura uniforme (aproximadamente 600°C) é fornecida à câmara de combustão primária. Os resíduos orgânicos (sólidos ou líquidos) são vaporizados e deixam resíduos de cinzas. Além disso, os gases vaporizados (que possui principalmente toxinas) passam pela câmara de combustão secundária onde a temperatura permanece na faixa de 982°C e 1093°C, o que ajuda na destruição completa das substâncias nocivas (Dharmaraj et al., 2021; Ilyas & Kim, 2020).

Tabela 2.11: Vantagens e desvantagens da pirólise.

Vantagens	Desvantagens
Destrói completamente os agentes infecciosos / patogênicos.	Alto custo de investimento.
Gera produtos finais que possuem alto valor económico (carvão e óleo) e podem ser utilizados como fontes alternativas de energia.	Alto custo de operação.
Baixa emissão de gases e toxinas para atmosfera.	Uso excessivo de energia elétrica dependendo do modo de operação.
Reduz o volume dos resíduos em até 95%.	
Redução na formação de cinzas	

Fonte: (Abanyie et al., 2021; Deepak et al., 2022; Dharmaraj et al.,2021).

Pirólise por plasma

Durante a transformação de uma substância na fase de plasma, ocorrem várias reações químicas, compostas por cadeias de ionização, dissociação e reassociação que ocorrem no meio fluido, o que causa a dissociação térmica das substâncias (Erdogan & Yilmazoglu, 2021).

É uma das tecnologias avançadas que utiliza a corrente elétrica para gerar alto calor de no máximo até 9730°C, levando à formação de arcos elétricos. O estado de plasma é obtido quando a eletricidade é fornecida, onde tanto as substâncias orgânicas quanto as inorgânicas são convertidas para o estado iônico gasoso e passam a conduzir eletricidade devido à alta resistência, o que leva à libertação de alta energia térmica. Mesmo em temperaturas de 1300°C e 1730°C resulta na destruição de agentes infecciosos. Com 2730°C, produtos citotóxicos altamente resistentes são quebradas em substâncias simples, enquanto os resíduos inorgânicos são convertidos em escórias neutras e restos

metálicos. Durante a pirólise de plasma, há uma redução significativa da emissão de toxinas atmosféricas como dioxinas, furanos. A maioria dos gases resultantes deste processo são altamente inertes e não tóxicos por natureza. Há muita redução na formação de cinzas quando comparado com o tratamento de incineração de resíduos (Dharmaraj et al., 2021).

Pirólise lenta

É uma das formas mais antigas de pirólise em que a matéria-prima ou resíduo é aquecido lentamente por um longo tempo a uma temperatura baixa de 400°C na ausência de oxigênio por vários dias. Este lento processo térmico ajuda na produção máxima de carvão. O processo de pirólise lenta é ainda classificado em carbonização e torrefação. O processo de carbonização opera em temperaturas mais altas (acima de 300°C a 400°C) e possui maior tempo de permanência, enquanto o processo de torrefação utiliza temperatura muito baixa (200°C e 300°C) e menor tempo de permanência. No processo de carbonização os resíduos são convertidos em produtos carbonáceos altamente estáveis, ou seja, carvão vegetal e gases não condensáveis, que são excelentes fontes de combustíveis. A torrefação é um processo térmico que converte os resíduos em substâncias semelhantes ao carvão e são altamente quebradiças, menos intensivos em energia e também podem ser usadas como combustíveis (Dharmaraj et al., 2021).

Pirólise Convencional

A temperatura para degradação térmica dos resíduos usada neste processo fica abaixo de 600°C e o tempo de permanência do produto no processo será de minutos. Seu principal produto final é o óleo, gases e carvão (Dharmaraj et al., 2021).

Pirólise Rápida

Já neste processo a temperatura de degradação dos resíduos é mediante o aquecimento acima de 1000°C. Entretanto, os resíduos começam a se desintegrar em uma temperatura mais baixa de 600°C. Como produto final é formado o óleo (Dharmaraj et al., 2021).

Pirólise Instantânea

Durante este processo a conversão dos resíduos ocorre em questões de segundo, ou seja, a formação de gases condensáveis e não condensáveis é fornecido ao reator calor moderado de 450°C e 600°C em um curto tempo de permanência de 0,03 e 1,5s. Neste processo há formação de menos quantidades de carvão, uma vez que durante o processo há condensação de vapores em líquidos ou óleos. No final há formação de 70 a 75% de óleo (Dharmaraj et al., 2021).

Pirólise Ultrarrápida

Neste processo há um aquecimento extremo dos resíduos a uma temperatura relativamente mais alta de 700°C e 1000°C com uma duração muito curta, abaixo de 0,5s. Assim como no processo anterior, na pirólise ultrarrápida também há formação de maior quantidade de óleo chegando a atingir um valor de 90% e uma quantidade muito baixa de carvão atingindo aproximadamente 10%. Uma temperatura de >700 °C será adequada para a produção de óleo e <1000 °C condensa mais gases (Dharmaraj et al., 2021).

Pirólise Catalítica

Quando se refere a pirólise catalítica é importante salientar que os resíduos são degradados através do uso de catalisadores adequados em diferentes temperaturas que variam de 300°C e 900°C na ausência de oxigênio. Portanto, os catalisadores desempenham um papel muito crítico. Dentre os catalisadores usados mais comumente podemos destacar: ZSM-5, zeolite, Y-zeolite, *Fluid Catalytic Cracking* (FCC), MSM-41 (Dharmaraj et al., 2021). Os catalisadores são normalmente usados para aumentar as reações, que influenciam muito a formação do produto no reator, conseqüentemente, os catalisadores são benéficos uma vez que minimizam as taxas de operação reduzindo a capacidade de calor e podem produzir combustíveis líquidos altamente necessários. Os dois tipos de catalisadores utilizados são: homogêneos e heterogêneos e são graduados de acordo com sua participação nas reações. Sendo que os catalisadores homogêneos (cloreto de alumínio) estão na mesma fase do meio reacional, enquanto os heterogêneos (zeólitos nanoestruturados) estão presentes em uma fase diferente. O uso de catalisadores sólidos normalmente aumenta a seletividade da fração líquida e gasosa (Dharmaraj et al., 2021). Durante a pirólise catalítica o teor de oxigênio para o produto (óleos) produzido é significativamente diminuído pela adição de catalisador, o que reduz a acidez, aumenta

sua estabilidade e aumenta a densidade de energia (Dharmaraj et al., 2021; Nabavi-Pelesaraei et al., 2022).

Através dos processos de pirólise descritos, podemos observar que existe pirólise térmica e catalítica. Onde a pirólise térmica usa-se altas temperaturas e alta pressão para quebrar os resíduos e formar moléculas menores, já a pirólise catalítica ocorre com auxílio de um catalisador (Dharmaraj et al., 2021).

2.7.3. Desinfecção física

Técnica de micro-ondas de calor médio

Nesta técnica, os resíduos são submetidos a uma temperatura que varia 177°C a 540°C e envolve a aplicação de micro-ondas de alta energia sob o ambiente inerte de azoto. Portanto, sob essas condições podem destruir diversos componentes presentes nos resíduos (Dharmaraj et al., 2021; Ilyas & Kim, 2020). A absorção de ondas eletromagnéticas (com comprimento de onda de 1mm a 1 m na frequência de centenas de megahertz a 3000 MHz) o micro-ondas aumenta a energia interna como resultado da vibração ou atrito das moléculas (Ilyas & Kim, 2020).

A função do azoto não é apenas de fornecer uma atmosfera inerte, mas também de evitar a combustão com oxigénio, o que pode resultar em desinfecção de alta temperatura (Dharmaraj et al., 2021). Ou seja, um ambiente inerte criado pelo azoto impede a combustão com oxigénio para exibir a desinfecção de alta temperatura (Ilyas & Kim, 2020).

Em geral, o sistema de tratamento por micro-ondas consiste em uma área ou câmara de tratamento na qual a energia de micro-ondas é direcionada a partir de um gerador de micro-ondas (magnetron). Geralmente, 2 a 6 magnetrons são usados com uma potência de cerca de 1,2 kW cada. Alguns sistemas são projetados como processos contínuos e outros são semicontínuos (Figura 2.6). Os sistemas de lote típicos são projetados para lidar com 30 a 100L de resíduos. Algumas unidades requerem recipientes reutilizáveis, totalmente fechados e próprios para micro-ondas. Os sistemas podem ter vários ciclos programáveis correspondentes a diferentes temperaturas de tratamento ou níveis de desinfecção. Um ciclo pode variar de 30 minutos a uma hora (WHO, 2014).

A tecnologia de micro-ondas pode ser aplicada como tecnologia de desinfecção móvel ou no local para o tratamento de resíduos e que pode evitar o perigo de transporte dos resíduos. Segundo alguns autores, esta técnica, combinada com autoclave, pode ser

eficaz para o tratamento dos resíduos (Dharmaraj et al., 2021; Ilyas & Kim, 2020). É importante ressaltar que os resíduos infecciosos hospitalares como gazes, aventais, perfuro-cortantes podem ser esterilizados usando a tecnologia de micro-ondas, entretanto compostos orgânicos (voláteis ou semivoláteis), metais pesados (mercúrio) e resíduos radioativos não podem ser tratados com a tecnologia de micro-ondas (Dharmraj et al., 2021). As vantagens e desvantagens desta tecnologia encontram-se descritas na Tabela 2.12.

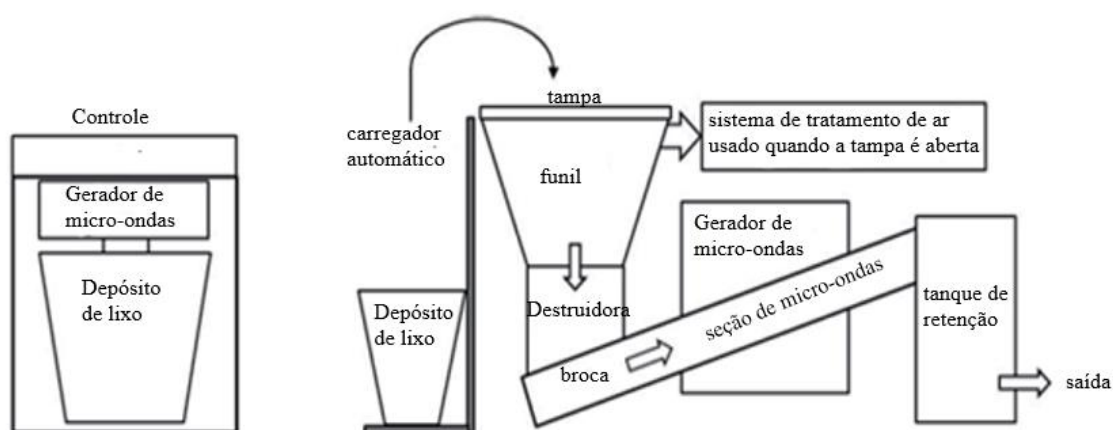


Figura 2.6: Esquema simplificado de tecnologias de micro-ondas em lote e semicontínuos.

Fonte: (Adaptado de WHO, 2014).

Tabela 2.12: Vantagens e desvantagens do micro-ondas no tratamento de resíduos de saúde.

Vantagens	Desvantagens
Destrói completamente os agentes infecciosos / patogênicos.	Não há redução do volume dos resíduos.
Baixo consumo de energia.	Resíduos contendo produtos voláteis ou semivoláteis, metais pesados e resíduos radioativos não podem ser tratados
Não há emissão gases.	

Fonte: (Dharmaraj et al., 2021; Ilyas & Kim, 2020).

Técnica de autoclave de baixo calor

Autoclaves são usadas há mais de um século para esterilizar instrumentos médicos e há vários anos foram adaptados para o tratamento de resíduos infecciosos. Uma máquina de autoclave consiste em um recipiente de metal projetado para suportar altas pressões, com uma porta selada e um arranjo de tubos e válvulas através dos quais o vapor é introduzido e removido do recipiente (Figura 2.7) (WHO, 2014).

Portanto, autoclave utiliza o princípio básico da esterilização a vapor em que os resíduos contaminados com vírus e bactérias são expostos ao vapor direto na temperatura e pressão necessárias pelo tempo definido, inativando assim esses microrganismos. Portanto o vapor funciona como agente esterilizante em temperaturas de funcionamento que se encontram entre 93°C e 177°C. Através deste processo os resíduos sólidos de saúde podem ser usados no processo de reciclagem, pois durante a autoclavagem pode efetivamente desinfetar os resíduos contaminados (Das et al., 2021). Autoclaves de tratamento de resíduos podem variar em tamanho de cerca de 20 litros a mais de 20.000 litros (WHO, 2014.)

É importante referir que ao contrário de autoclave de esterilização de instrumentos, autoclaves de tratamento de resíduos devem tratar o ar que é removido no início do processo para evitar a libertação de aerossóis patogénicos para o meio ambiente e, para isso, é preciso que o mesmo passe por um filtro de partículas absolutas de alta eficiência (HEPA), que retém os agentes patogénicos (Dharmaraj et al., 2021; WHO, 2014). Apesar da maior parte dos resíduos poderem ser esterilizados pela técnica de autoclave, alguns resíduos perigosos e químicos não podem ser autoclavados, pois libertam substâncias tóxicas, essas e outras vantagens e desvantagem se encontram na Tabela 2.13. E é de ressaltar que mesmo alguns dos recipientes resistentes ao calor, roupas de cama de hospitais não podem ser desinfetados usando autoclave (Dharmaraj et al., 2021).

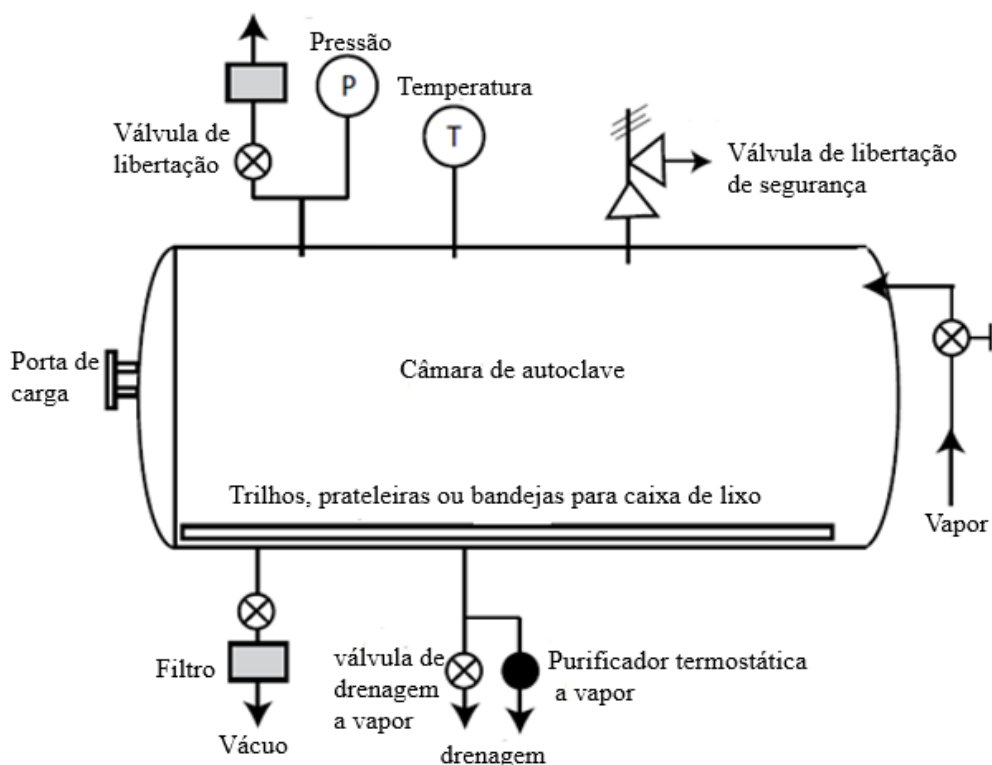


Figura 2.7: Esquema simplificado de uma autoclave pré-vácuo.

Fonte: (Adaptado de WHO, 2014).

Tabela 2.13: Vantagens e desvantagens do autoclave.

Vantagens	Desvantagens
Destrói completamente os agentes infecciosos / patogênicos.	Não reduz o volume dos resíduos.
Os resíduos autoclavados podem ser reciclados.	Imprópria para grandes volumes.
	Pode produzir maus odores.
	Exige um sistema adicional para tratar o ar antes de ser libertos na atmosfera.
	Alguns resíduos perigosos e químicos não podem ser autoclavados, pois libertam substâncias tóxicas.

Fonte: (Das et al., 2021; Dharmaraj et al., 2021; Nabavi-Pelesaraei et al., 2022; WHO, 2014).

A Tabela 2.14 mostra uma análise comparativa entre as tecnologias de tratamento térmico através de alguns parâmetros.

Tabela 2.14: Comparação entre as tecnologias de tratamento térmico de resíduos de saúde.

Parâmetros	Incineradoras	Pirólises	Micro-ondas	Autoclaves
Custos Financeiros	Alto	Médio	Alto	Médio
Custo do equipamento	Alto	Médio	Alto	Baixo

Flexibilidade de combustível	Médio	Alto	Baixo	Baixo
Área requerida	Médio	Baixo	Baixo	Baixo
Necessidade de pré-tratamento dos resíduos	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Custo de deposição dos resíduos tratados	Baixo	Baixo	Alto	Alto
Sustentabilidade do sistema	Baixo	Alto	Médio	Médio
Impacto no solo	Alto	Médio	Médio	Alto
Emissões atmosféricas	Alto	Baixo	Baixo	Baixo
Consumo de água	Alto	Baixo	Médio	Alto
Eficiência térmica	Médio	Alto	Alto	Médio
Visão social	Baixo	Médio	Médio	Médio

Fonte: (Adaptado de Buratto et al., 2017).

2.7.4. Desinfecção química

A desinfecção química, usada rotineiramente em estabelecimentos de saúde para destruir ou inativar microrganismos em equipamentos médicos, pisos e paredes, agora em combinação com a trituração mecânica prévia ou moagem dos resíduos está sendo estendida ao tratamento de resíduos de saúde. Este tratamento geralmente resulta em desinfecção em vez de esterilização (WHO, 2014).

Durante este processo para proteger contra a formação de aerossóis durante a trituração o ar expelido passa por um filtro de partículas de alta eficiência. O volume do resíduo triturado é posteriormente misturado com desinfetantes químicos e mantido em sistema fechado e/ou sob pressão negativa por um determinado tempo, assim, as substâncias orgânicas são decompostas e os microrganismos infecciosos são inativados ou mortos (Ilyas & Kim, 2020).

A desinfecção química destrói os microrganismos, e inativa os esporos bacterianos, pode desinfetar culturas microbiológicas e é mais adequada para o tratamento de resíduos líquidos como sangue, urina, fezes ou esgoto hospitalar (WHO, 2014), algumas vantagens e desvantagem deste tratamento podem ser visualizados na Tabela 2.15.

Muitas das vezes são necessários desinfetantes fortes, os quais podem ser perigosos, por isso, devem ser usados apenas por pessoal bem treinado e adequadamente protegido com EPI. Durante este processo há formação de resíduos líquidos tóxicos por isso, requerem posteriormente descarte especializado (WHO, 2014). O tratamento químico está subdividido em sistemas à base de cloro e não-cloro (Ilyas et al., 2020). Soluções químicas como iodopovidona (>0,23%), formaldeído (>0,7%), isopropanol (>70%) e álcool etílico (>75%) também podem ser utilizados como desinfetantes

químicos em resíduos hospitalares, pois podem inativar o vírus (Ilyas & Kim, 2020; Nabavi-Pelesaraei et al., 2022).

Tabela 2.15: Vantagens e desvantagens do tratamento químico.

Vantagens	Desvantagens
Ação rápida e de amplo espectro.	Necessita de trituração dos resíduos antes da desinfecção.
Inativam os microrganismos patogénicos.	Necessita de desinfetante forte.
Adequado para o tratamento de resíduos líquidos como sangue, urina, fezes ou esgoto hospitalar.	Necessita de uso de EPI para os manipuladores.
	Há formação de resíduos líquidos tóxicos.
	Necessita de descarte especializado.

Fonte: (WHO, 2014).

Sistema de tratamento à base de cloro

Neste sistema o Hipoclorito de sódio (NaClO) ou Dióxido de cloro (ClO₂) são usados como meios desinfetantes, onde a eletronegatividade do cloro ajuda na oxidação das ligações peptídicas e na desnaturação de proteínas que seguem a penetração das camadas celulares mesmo em pH neutro. De facto, o NaClO é um dos primeiros desinfetantes químicos que liberta o ácido haloacético, dioxinas e compostos aromáticos clorados. Mais tarde, o uso de ClO₂ aumentou, uma vez que é um forte biocida, (Ilyas & Kim, 2020; Nabavi-Pelesaraei et al., 2022).

Sistema de tratamento à base de não-cloro

Para este tipo de desinfecção química o peróxido de hidrogénio (H₂O₂) é comumente usado como meio desinfetante. Atua oxidando e desnaturando as proteínas e lípidos, consequentemente causando desorganização da membrana através do inchaço do ião H⁺ saturado. Apresentam alta reatividade e a ausência de toxicidade (Ilyas et al., 2020; Pelesaraei et al., 2022).

2.8. Processo Analítico Hierárquico (AHP)

As tecnologias de tratamento e opções de gestão, descritas na secção 2.7, apresentam vantagens e desvantagens. No entanto, a escolha de uma dessas tecnologias pode ser um factor importante na melhoria de gestão dos resíduos de laboratórios de análises clínicas e assim proporcionar benefícios para toda a população. Porém, para a

escolha de uma tecnologia de tratamento e a implementação de um sistema de gestão há necessidade de avaliar os riscos e tomada de decisão. E um dos métodos atualmente utilizados para a tomada de decisão é o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ou Processo Analítico Hierárquico.

Gomes et al. (2009) definem o termo “decisão” como o processo de colher informações, atribuir-lhes importância, buscar possíveis alternativas de decisão e então fazer a escolha entre as alternativas. Em poucas palavras, decisão significa tomar uma atitude que faça com que um processo evolua ou não, ou seja, pode interferir negativa ou positivamente num fluxo de rotina de uma empresa, de um setor ou até mesmo na vida pessoal de cada um. Por isso há necessidade de se avaliar bem o ato, pois as consequências irão refletir-se no sucesso das escolhas.

Muitas das decisões a serem tomadas são consideradas complexas por envolverem incertezas sobre o caminho a seguir, sobre os objetivos a serem alcançados, sobre as alternativas de solução, se há conflitos de valores e objetivos entre os grupos interessados na decisão, devido a diferentes relações de poder entre o grupo, critérios de avaliação não muito claros, informações incompletas, ou elevadas quantidades de informações, entre outras (Gomes et al., 2009).

A Análise de Decisão Multicritério surgiu com a finalidade não só de auxiliar o decisor a resolver problemas com objetivos conflitantes, mas também para apoiar todo o processo de decisão de forma que sejam claros todos os elementos da decisão e consequências das ações potenciais. Foi assim, que por volta de 1970, surgiram os primeiros métodos multicritério de apoio a decisão ou *Multiple Criteria Decision Aid* (MCDA) e os métodos multicritério de tomada de decisão ou *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) (Lima, 2015).

Na literatura, os dois termos MCDM e MCDA, muitas vezes são tratados como sinónimos. As metodologias (ou métodos) voltadas ao MCDA adotam o construtivismo como paradigma científico (visam gerar conhecimento aos decisores), ao contrário das metodologias voltadas à MCDM que seguem o paradigma racionalista (visam encontrar uma solução ótima a todos os decisores envolvidos). As duas correntes encontram-se representadas em duas escolas dos métodos multicritérios: a americana que trabalha mais com o MCDM, e a francesa também chamada de escola europeia, que utiliza mais o MCDA (Zuffo, 1998).

O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 1987) enquadra-se no MCDM para o qual se adota o paradigma racionalista, sendo um método de análise hierárquico.

O método AHP modela as preferências do decisor e apresenta uma forma bem estruturada para estabelecer os objetivos e critérios numa forma hierárquica. Na base do método AHP está o facto de que o decisor expressa suas avaliações verbalmente, para posteriormente, converter os juízos de valor verbal dos critérios em valores numéricos e às consecutivas normalizações, priorização das alternativas e a análise de sensibilidade.

Portanto, o método AHP desenvolvido por Thomas L. Saaty foi o escolhido neste estudo para apoio à decisão. O fundamento do método de análise hierárquica é a decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores onde as alternativas e os critérios podem ser tanto qualitativos quanto quantitativos (Saaty, 1987). É importante salientar que o AHP expandiu devido à sua aplicabilidade em diversos tipos de áreas e é muito útil quando a decisão em multicritérios envolve benefícios, oportunidades, custos e riscos. Dentre as áreas de aplicação do AHP pode-se destacar ciências ambientais, economia, *design* de produtos e nos negócios (Rawal, 2022).

Para os procedimentos do AHP, Saaty (1987) divide-os em fases distintas sendo a primeira a **decomposição** do problema em uma estrutura hierárquica em que as alternativas e critérios são elementos interrelacionados. Nesta etapa são identificados o objetivo da análise, os critérios e subcritérios a serem avaliados e as alternativas existentes, de forma a formar a estrutura hierárquica (Figura 2.8), sendo que no topo fica o objetivo global e os mais baixos níveis representam os critérios e alternativas. Assim, o princípio da decomposição pede a construção de uma rede hierárquica dos critérios e alternativas para representar um problema de decisão tornando-o mais facilmente analisável e comparável de modo independente.

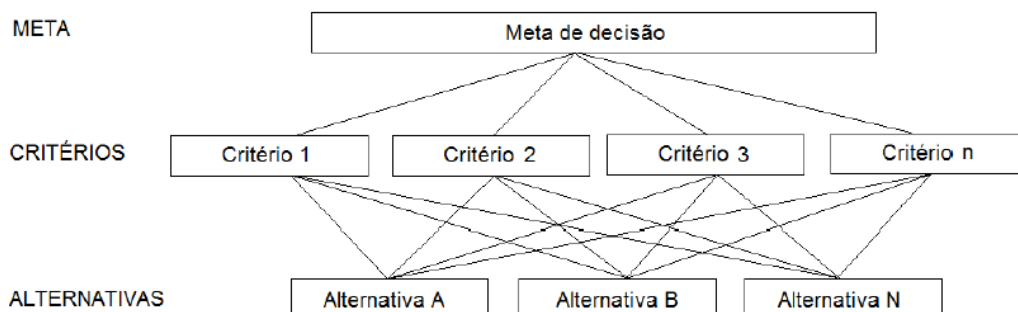


Figura 2.8: Modelo básico de estrutura hierárquica proposto por Saaty.

Fonte: (Adaptado de Saaty, 1987).

Já a segunda fase consiste no **Julgamento comparativo**. A partir do momento em que essa hierarquia lógica está construída solicita-se aos tomadores de decisão que avaliem sistematicamente as alternativas por meio da comparação, duas a duas, dentro de cada um dos critérios construindo-se em seguida uma matriz de comparação (Tabela 2.16). Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida de valores que variam de 1 (igual importância dos dois critérios) a 9 (importância absoluta de um dos critérios sobre o outro). Sendo assim, medições numéricas não possuem o mesmo valor para diferentes prioridades e critérios, fazendo-se necessário tornar os valores relativos às prioridades para cada decisão, cujas definições são confiadas ao julgamento de especialistas. Para que seja possível a comparação, Saaty (1987) desenvolveu uma tabela conhecida como tabela fundamental para atribuição de pesos (Tabela 2.17).

Tabela 2.16: Matriz de decomposição.

	Critério 1	Critério 2
Critério 1	1	Avaliação Numérica
Critério 2	1/Avaliação Numérica (Recíproco)	1

Fonte: (Lima, 2015).

A diagonal principal da matriz de decisão é preenchida com um valor estipulado para representar a não-dominância de uma alternativa sobre a outra (na Escala Fundamental corresponde ao valor 1). Se o elemento A_i (da linha) for mais importante do que o elemento A_j (da coluna) algum valor de 1 a 9 é inserido. Caso contrário, ou seja, se A_i for menos importante que A_j , um número inverso aos valores de 1 a 9 é inserido, ou seja, 1/2, 1/3 e assim por diante. Nas matrizes quadradas tem-se a_{ij} , para $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, n$. O cálculo total de julgamentos para composição da matriz para a par é representado por $n(n-1)/2$, equivalendo ao número de julgamentos que o decisor deverá efetuar.

Tabela 2.17: Tabela fundamental de Saaty para atribuição de pesos.

Intensidade de importância em uma escala absoluta	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade sobre a outra.

5	Essencial ou importância grande	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre a outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra e seu domínio é demonstrado na prática.
9	Importância absoluta	Um critério é favorecido em relação a outro com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando se procura condições de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.

Fonte: (Traduzido de Saaty, 1987).

Os avaliadores (tomadores de decisão / especialistas) são os indivíduos (ou grupo de indivíduos) responsáveis pela análise de desempenho ou do grau de importância dos elementos de uma camada ou nível da hierarquia em relação àqueles aos quais estão conectados na camada superior da mesma. A eficácia dos resultados está associada à competência dos avaliadores em emitir os julgamentos de valor. Assim, necessariamente, os especialistas selecionados devem ter conhecimento e até mesmo domínio do problema abordado no foco principal. A coleta dos julgamentos é uma das etapas fundamentais para utilização do AHP. Deve-se buscar desenvolver mecanismos simples e de fácil entendimento para que o avaliador possa se concentrar especificamente na emissão dos julgamentos (Costa, 2002).

Por fim, a **síntese de prioridades** que é a fase de calcular um peso composto para cada alternativa baseada em preferências derivadas da matriz de comparação. Após a atribuição dos pesos na matriz de prioridades, devem-se calcular os pesos relativos, que é denominado por Saaty como o processo de normalização da matriz, onde se calcula o vetor de prioridades, através da soma dos elementos de cada linha e normaliza-se o resultado dividindo cada soma pelo total de todas as somas. Assim, o resultado é o vetor de prioridades das alternativas, isto é, a ordem de importância delas. Esse vetor será multiplicado pela matriz de comparação dos critérios gerando um autovetor. O autovetor mostra a dominância de cada elemento com respeito aos outros para um dado critério, sendo que um elemento que não está sujeito a um critério recebe o valor zero no autovetor, não sendo computado em comparações (Saaty, 1987).

Na sequência, faz-se necessário identificar a consistência das matrizes, que é o grau de confiabilidade que um conjunto de variáveis pretende medir. Saaty (1987) afirma que **A** é consistente se, e somente se $\lambda_{m\acute{a}x} \geq n$. No AHP, matriz de comparação de pares o autovalor máximo ($\lambda_{m\acute{a}x}$) é o parâmetro de validação essencial usado como referência.

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{1}{n} \sum \frac{A_{vi}}{P_i}$$

Equação 1: Autovalor máximo.

onde:

A_{vi} : autovetor i

P_i : vetor prioridade i

n : número de alternativas

Para avaliar a proximidade entre $\lambda_{m\acute{a}x}$ e n , precisa-se calcular a Razão de Consistência (RC – *Consistency Ratio*), representada pela fórmula:

$$RC = IC/IR$$

Equação 2: Razão de consistência.

Onde:

RC - representa a razão de consistência das respostas dos decisores;

IC - representa o índice de consistência;

IR - corresponde ao índice randômico,

IC (*Consistency Index*): índice de consistência, representado por:

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

Equação 3: Índice de consistência.

IR (Random Consistency Index): índice de consistência aleatório ou randômico, representado na Tabela 2.18.

Tabela 2.18: Valores do índice randômico.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: (Saaty, 1987).

Quanto maior for o RC, maior será também as inconsistências das respostas dos decisores. Ou seja, uma matriz de ordem 2, o RC é nulo, já as matrizes cuja ordem for 3, o RC deve ser menor que 0,05 e para n igual a 4, menor que 0,09. Por outro lado, os julgamentos são consistentes quando o RC for <10% (RC<10%) portanto, são consideradas respostas consistentes aquelas cujo o índice não ultrapasse 0,10 ou 10% quando as ordens das matrizes forem maiores do que 4. O uso desta equação serve para mostrar a coerência durante o processo e garantir a validade do processo (Saaty,1987).

Após a descrição das etapas que compõem o AHP é evidente que o mesmo pode ser utilizado para tomada de decisão no processo de gestão dos resíduos com intuito de escolher alternativa que tenha menor impacte ambiental, com base na percepção dos especialistas.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho de investigação, a estratégia de investigação foi o Estudo de Caso, uma vez que se investigou um fenómeno atual - a produção e o descarte de resíduos em laboratórios de análise clínicas - no seu contexto real. O contexto geográfico é o arquipélago de STP, estando o estudo limitado aos laboratórios de análises clínicas humanas e veterinárias.

De acordo com o indicado por Yin (2001) os estudos de caso podem ser exploratórios, descritivos ou explanatórios. Sendo um dos objetivos desta investigação descrever os resíduos descartados e as práticas de descarte, poderia à primeira vista ser considerado um estudo de caso descritivo. Contudo, uma vez que se pretendeu também perceber as razões que explicam os comportamentos de descarte, está-se também perante um estudo de caso do tipo explanatório. Este estudo de caso foi assim pluralístico (descritivo e explanatório) e, uma vez que abrange vários laboratórios, foi um estudo de caso múltiplo.

A recolha de dados é um dos procedimentos fundamentais na investigação a qual é necessário selecionar técnica de recolha e tratamento de informações adequadas de acordo com o tipo de investigação. Carmo & Ferreira (2008) ressaltam que a seleção das técnicas e dos instrumentos tem muito a ver com a natureza de investigação, pois depende intrinsecamente dos objetivos do estudo, das questões e da situação concreta de investigação. Carmo & Ferreira (2008) citam Grawitz (1993) na definição de técnicas, na qual a autora diz que são procedimentos operatórios rigorosos, bem definidos, transmissíveis, suscetíveis de serem novamente aplicados nas mesmas condições, adaptados ao tipo de problema e aos fenómenos em causa. A escolha da técnica depende do objetivo que se quer atingir, o qual, por sua vez, está ligado ao método de trabalho.

Para o presente trabalho de investigação as técnicas de recolha dos dados foram o **inquérito por questionário** e o **inquérito por entrevista**.

O inquérito por questionário é mais utilizado em estudos de grande escala, permite auscultar um número significativo de sujeitos face a um determinado fenómeno social, possibilita quantificar os dados obtidos e de se proceder a inferências e a generalizações (Batista et al., 2019). O inquérito por questionário pode ser feito a distância (Carmo & Ferreira, 2008). Já o inquérito por entrevista está associado aos estudos de carácter interpretativo e a planos de investigação de natureza qualitativa na recolha e análise de dados ou informações (Batista et al., 2019) e, por ser realizado em situação presencial, a interação direta do investigador com o entrevistado torna-se uma questão-chave desta técnica. O inquérito por entrevista apresenta maior flexibilidade quanto ao tempo de

duração, e pode ser aplicado a diversos tipos de entrevistados incluindo os analfabetos. Permite colher informações íntimas ou de tipo confidencial (Carmo & Ferreira, 2008).

Para este trabalho de investigação a implementação dos inquéritos foram feitas em três fases. Com intuito de saber quantos são os resíduos produzidos pelos laboratórios de análises em STP e qual o destino que lhes é dado foi implementado o inquérito por questionário na primeira fase de recolha dos dados. A segunda fase teve como propósito perceber como é feita a gestão da única incineradora existente em São Tomé e o seu atual funcionamento, neste sentido aplicou-se inquérito por entrevista. Já a terceira fase contempla o inquérito por questionário realizado após a análise dos resultados dos inquéritos aplicados na primeira e segunda fase. Este inquérito foi realizado com intuito de escolher o melhor cenário para gestão dos resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas em STP através da aplicação do método de auxílio de tomada de decisão sob múltiplos critérios, o AHP.

3.1. Inquérito por questionário sobre a quantidade de resíduos gerados em laboratórios de análises e destino dos mesmos (primeira fase de recolha dos dados)

Para este inquérito foram selecionados todos os laboratórios de análises clínicas de STP em pleno funcionamento no ano de 2022, totalizando 14 laboratórios, sendo 13 de análises humanas e 1 de análises veterinárias. Foi inquirido 1 técnico de cada laboratório. A seleção do técnico de cada laboratório teve por base o conhecimento pessoal, dado que a investigadora, pela função que exerce (técnica de laboratório de análises clínicas), conhece os colegas que trabalham na mesma área, tendo sido identificados aqueles que estariam mais predispostos para participar na investigação e responder ao inquérito.

Após a identificação da população alvo, elaborou-se o questionário da primeira fase (anexo III) com 21 perguntas seguindo as recomendações de Carmo & Ferreira (2008) sem, contudo, ter sido feito o pré-teste. No questionário, constavam perguntas abertas e fechadas divididas em 5 módulos. O módulo 1 tratava da classificação e dimensão dos laboratórios. Relativamente a dimensão dos laboratórios, os mesmos foram avaliados de acordo com a quantidade de salas de análises existentes. Já o módulo 2 incluiu perguntas relacionadas com grupos de resíduos produzidos nos laboratórios e pré-tratamento dados aos mesmos; por outro lado no módulo 3, constavam perguntas sobre as quantidades, frequência de recolha dos resíduos; no módulo 4 as perguntas eram sobre o transporte e destino final dos resíduos; por fim, o módulo 5, que tinha como objetivo saber a perceção

dos inquiridos sobre a gestão dos resíduos produzidos nos respetivos laboratórios e conhecimento da lei que regulamenta as práticas de gestão dos resíduos de laboratório de análises clínicas.

A aplicação de cada questionário durou aproximadamente 20 minutos. No dia dos inquéritos a investigadora fez-se acompanhar de uma lapiseira e de uma folha para registar as respostas. Os inquéritos foram realizados presencialmente na sua maioria, tendo um sido realizado por telefone. Os inquéritos decorreram no período de 8 de março a 27 de abril de 2022.

3.2. Inquérito por entrevista sobre a incineradora de resíduos hospitalares (segunda fase de recolha dos dados)

Para se tentar perceber como é feita a gestão da única incineradora existente em São Tomé e o seu atual funcionamento, foi elaborado e aplicado um inquérito por entrevista dirigido a 2 funcionários (em simultâneo) que trabalham no Centro de Gestão de Resíduos de Serviço de Saúde onde está instalada a incineradora de São Tomé, especificamente a Engenheira Mayra Baia e senhor Cídio.

Foi elaborado um guião de entrevista composto de 34 perguntas, algumas abertas e outras fechadas (anexo IV). A entrevista decorreu no Centro de Gestão de Resíduos de Serviço de Saúde no dia 07 de março de 2023, com início às 8:20 minutos e término às 9:54 minutos, demorando aproximadamente 1 hora e 34 minutos. Os entrevistados não aceitaram a gravação da entrevista, tendo as respostas sido registadas numa folha, à medida que decorria a entrevista. Na presente investigação não foi preciso garantir o anonimato dos entrevistados uma vez que se obteve uma autorização prévia para a entrevista pelo responsável do Centro de Gestão de Resíduos de Serviço de Saúde.

3.3. Análise dos dados das primeira e segunda fases da investigação

Os dados recolhidos constituem um material bruto que necessitam de ser tratados de modo a se conseguir a sua redução, simplificação, seleção e organização, até se obter elementos manuseáveis que permitam estabelecer relações, fazer interpretações e chegar a resultados ou conclusões. Para o presente trabalho os procedimentos metodológicos utilizados foram: qualitativos e quantitativos, ou seja, optou-se por utilização de uma metodologia mista. A pesquisa qualitativa é útil para identificar conceitos e variáveis relevantes de situações que podem ser estudadas qualitativamente. Já o método quantitativo caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de

coleta de informações, quanto no tratamento dessas através de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas (Dalfovo et al., 2008).

Assim, para o tratamento dos dados foram realizados procedimentos de organização, sistematização e análise de conteúdo. Para proceder ao tratamento de dados foram elaborados quadros de categorização das respostas abertas. Os dados relativos a tipos de resíduos foram colocados em uma folha do programa *Microsoft excel* 2010 para criar uma lista de resíduos e fazer a sua classificação em diferentes grupos (a definir com base nas respostas obtidas) de acordo com as suas características. Portanto, foi feita uma análise estatísticas descritiva. Já os dados de quantificação foram submetidos a procedimentos de cálculo, média e percentagens. Através do programa *Microsoft excel* 2010 foram extraídos os gráficos e tabelas apresentados nos resultados.

Para a melhor categorização dos resíduos em perigosos e não perigosos usou-se a seguinte classificação:

- **Amostras biológicas** (como saliva, urina, sangue e fezes) podem conter microrganismos patogênicos viáveis ou suas toxinas, em altas concentrações, que causam doenças. Por esta razão, tais resíduos são potencialmente infecciosos e constituem um risco significativo para os seres humanos em particular, e para outros seres vivos, sendo classificados como perigosos. Itens que estiveram em contato direto com amostras biológicas também podem ser infecciosos e também foram considerados perigosos.
- **Objetos perfuro-cortantes** (exemplo: agulhas de seringa) foram considerados perigosos porque podem perfurar a pele.
- **Os reagentes químicos** são perigosos devido ao seu potencial de toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, explosividade, carcinogenicidade, irritabilidade ou devido às suas propriedades mutagênicas (que podem causar uma alteração permanente na quantidade ou estrutura do material genético em uma célula). **O primeiro nível de embalagem desses produtos químicos** também pode exibir as mesmas propriedades e, portanto, também pode ser considerado perigoso.
- **Os EPI** usados pelos funcionários são considerados perigosos porque podem ter entrado em contato com material biológico potencialmente infeccioso ou material químico perigoso.
- **Embalagens de equipamentos de proteção individual e embalagens de primeiro nível de materiais de amostragem** que não entraram em contato com

amostras biológicas ou materiais químicos perigosos não foram considerados perigosos. Também não são perigosos os materiais **de embalagem secundária e terciária** que não estiveram em contato com produtos químicos ou material biológico.

3.4. Inquérito por questionário sobre cenários alternativos de gestão de resíduos de laboratórios de análise em São Tomé e Príncipe (terceira fase de recolha dos dados)

Este inquérito por questionário foi realizado com intuito de escolher o melhor cenário para gestão dos resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas de STP com base na perceção dos especialistas através da aplicação do método de auxílio de tomada de decisão sob múltiplos critérios, o AHP.

O questionário (anexo V) foi constituído por 58 perguntas fechadas, com intuito de calcular os pesos para os critérios propostos para cada cenário de gestão dos resíduos e, também para definir uma escala hierárquica dos cenários proposto para a gestão dos resíduos dos laboratórios.

Tendo em conta que as vertentes, ambientais, económicas e sociais são os pilares da sustentabilidade, a seleção dos inquiridos também seguiu estes pilares. Assim sendo, foi selecionado um inquirido ligado ao **setor social** (a responsável da ONG TESE em São Tomé), um inquirido ligado ao **setor ambiental** (a Diretora do Ambiente pertencente ao Ministério das Infraestruturas, Recursos Naturais e Meio Ambiente de São Tomé e Príncipe) e um inquirido ligado ao **setor económico** (o Ministro do Planeamento, Finanças e Economia Azul de São Tomé e Príncipe).

É importante ressaltar que para o AHP não há necessidade de inquerir um número elevado de pessoas ou recorrer a um cálculo amostral. Contudo, é recomendável que sejam inquiridos especialistas na área que se pretende estudar ou um decisor.

Os inquéritos foram realizados nos dias, 12 de maio, 25 de maio e 5 de junho de 2024. Após a recolha dos dados, os resultados foram analisados utilizando os passos descritos por Saaty (1987) para método AHP.

4. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

4.1. Contexto geográfico

Este trabalho de investigação foi desenvolvido nos laboratórios de análises clínicas humanas e animais existentes na República Democrática de São Tomé e Príncipe. São Tomé e Príncipe um estado insular, situado no Golfo da Guiné com uma superfície de 1001 km², fazendo deste o segundo menor país africano, a seguir à República Seychelles. O arquipélago é de origem vulcânica constituído por duas ilhas principais (Figura 4.1) a ilha de São Tomé com 859 km², e a ilha do Príncipe do Príncipe e ilhéus que cobrem 142 km². Perto de São Tomé situam-se o ilhéu das Rolas, a sul, e o das Cabras a norte. Ao largo do Príncipe, os ilhéus de Bom Bom, Carço e Pedras Tinhosas. O ponto mais alto do arquipélago é o pico de São Tomé com 2024 m de altitude (INESTP, 2023).

O arquipélago dista cerca de 300 km da costa Ocidental de África, tem cerca de 250 km de costa, repartidos por 180 km em São Tomé e 70 km no Príncipe. A distância entre as duas ilhas ronda 200 km. Os países africanos mais próximos são a Nigéria, 400 km para norte da ilha do Príncipe, e o Gabão, 350 km para leste; para nordeste, a 250 km, encontram-se os Camarões e a Guiné Equatorial (CGD, 2014).



Figura 4.1: Localização Geográfica de São Tomé e Príncipe.

Fonte:(https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_de_S%C3%A3o_Tom%C3%A9_e_Pr%C3%ADncipe#/media/Ficheiro:Golf_von_Guinea.jpg).

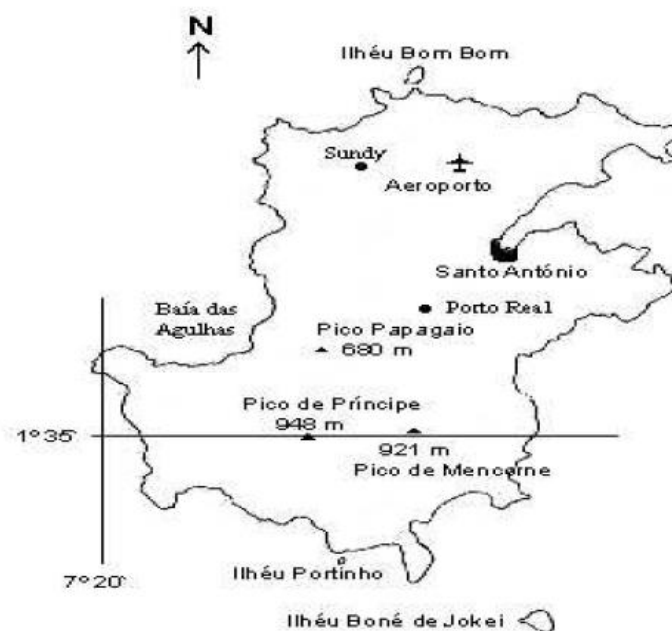


Figura 4.3: Mapa da Ilha do Príncipe.

Fonte: (http://viagemastomeprincipe.blogspot.com/2007/05/dois-dias-na-ilha-do-prncipe-2-parte_02.html)

Neste estado insular, as instituições responsáveis pela gestão local dos resíduos sólidos são as Câmaras Distritais, reguladas pelo Decreto-Lei nº 36/1999, publicada no Diário da República de 30 de novembro de 1999. E ao nível nacional, as competências nesta matéria são atribuídas aos organismos da Administração Central do Estado, representado primordialmente pelo Ministério dos Recursos Naturais e a Direção Geral de Ambiente. Os Ministérios da Saúde, das Infra-Estruturas, do Comércio e do Turismo, devem contribuir para a definição da política nacional no domínio dos resíduos. Em especial nas áreas específicas da sua atuação e competência e sempre que a respetiva regulação interfira com a recolha, transporte, deposição e tratamento de resíduos. O Ministério tutelar pela área do Ambiente atua através da Direção Geral do Ambiente.

Em São Tomé e Príncipe, a maior parte dos resíduos recolhidos tem como destino as lixeiras dos Distritos. Visto que os Distritos não possuem estruturas adequadas para a deposição final de resíduos, existem várias zonas em cada Distrito usadas como lixeiras em que os resíduos são descartados sem qualquer controlo, tanto pelas câmaras distritais como pelos próprios cidadãos e empresas.

O Distrito de Água Grande e Mé-Zóchi usam a Lixeira da Penha (Figura 4.4), estrutura que vem desde o tempo colonial, situada a cerca de 3 km do centro da capital. Nesta lixeira há deposição de resíduos urbanos (RU) assim como de resíduos hospitalares. A estimativa de deposição é de 23 toneladas por dia no ano de 2017 (PNGIRSU, 2018).

Os impactes no ambiente desta lixeira são relacionados com a emissão de poluentes gasosos durante a queima e a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esta lixeira situa-se a menos de 100 metros da população (PNGIRSU, 2018). Cabe salientar que perto da lixeira de Penha passa um riacho que é utilizado pela população para as atividades domésticas conforme mostra a Figura 4.5.



Figura 4.4: Área de queima de resíduo na lixeira de Penha, na ilha de São Tomé.

Autoria: Sacramento, 2023.



Figura 4.5: A seta indica o riacho passando dentro da área ocupada pela lixeira de Penha com morador fazendo o seu uso para lavar roupa.

Autoria: Sacramento, 2023.

Já os resíduos produzidos no Distrito de Cantagalo são depositados na estrada N2 e na Praia Almoxarife. Nestes locais são depositados resíduos urbanos assim como resíduos hospitalares. Por serem depositados junto à costa e no mar há contaminação dos recursos hídricos. Estas lixeiras situam-se mais ou menos a 100 e 200 metros da população, respetivamente. No ano de 2017 foi estimado que a lixeira situada na estrada N2 recebeu 1 tonelada de resíduos por dia e a da Praia Almoxarife recebeu 2 toneladas de resíduos por dia (PNGIRSU, 2018).

No distrito de Lobata os resíduos urbanos e os resíduos hospitalares são depositados na zona de Guadalupe e Fernão Dias, recebendo cada uma delas 2 toneladas de resíduos por dia. Devido à queima nestas lixeiras há produção de poluentes que contaminam o ar e, por se encontrar perto da linha de água, há também contaminação hídrica (PNGIRSU, 2018).

Por outro lado, no distrito de Lembá existe uma lixeira situada na localidade de Cadão a qual recebe tanto RU como resíduos hospitalares, totalizando 4 toneladas de resíduos por dia. Ali ocorre queima e contaminação generalizada. Esta lixeira situa-se a mais de 500 metros da população. Entretanto no Distrito de Caué existem duas lixeiras sendo uma na localidade de Fraternidade e outra no Ilhéu das Rolas. As deposições diárias foram de 3 e 1,5 toneladas respetivamente. Estas lixeiras situam-se uma a mais de 500 metros da população e a outra a mais ou menos 100 metros da população (PNGIRSU, 2018).

Por fim na Região Autónoma do Príncipe, a lixeira situa-se na zona de Pincatê recebendo os RU e resíduos hospitalares, com uma deposição diária estimada de 2 toneladas de resíduos. Das contaminações ambientais destaca-se a contaminação do solo por lixiviados devido à precipitação (PNGIRSU, 2018). A Figura 4.6 mostra o mapa dos locais onde situam as maiores lixeiras em cada Distrito do país.

Os rios têm entre 5 km e 27 km de comprimento e percorrem desnivelamentos entre mil e 1.500 metros de altitude. Os principais rios de São Tomé são o rio Yô Grande, o maior do país, D'Ouro, Manuel Jorge e Abade, e o rio Papagaio no Príncipe (CGD, 2014).

Nas ilhas coexistem diversos tipos de vegetação: a floresta Ôbo, densa, acima de 1400 metros de altitude, com uma neblina intensa, a temperatura é mais baixa, com precipitação, apresentando árvores de menor porte; e a floresta húmida de montanha, que desce até 800 metros onde as árvores são altas, de copa cerrada, com plantas que vivem na casca de outras em busca de luz (CGD, 2014).

A floresta de sombra densa e húmida desce desde os 800 metros de altitude até ao nível do mar. Já a floresta secundária ou “capoeira” é o local onde extrai-se madeira para construção e combustível, plantas medicinais e outras comestíveis. A savana arborizada encontra-se no norte e nordeste da ilha de São Tomé com vegetação herbácea espaçada por árvores. O mangue é um ecossistema típico das regiões tropicais e subtropicais, que se encontra junto à foz dos rios e ribeiras, em São Tomé o mangue mais expressivo localiza-se na foz do Rio Malanza. No Príncipe existe um tipo único de floresta virgem, húmida, a baixa e média altitude. No litoral, em terrenos pantanosos predominam os mangais e, ao longo da costa, os coqueiros (CGD, 2014).

4.2. Contexto socioeconómico

Os resultados do quarto recenseamento geral da população e da habitação publicados pelo Instituto Nacional de Estatística de São Tomé e Príncipe (INE-STP) no ano de 2012, indicam que a maioria da população santomense é masculina. Em relação aos últimos dois recenseamentos a população cresceu 36,2%. Num total de 187.356 habitantes registados, 50,03% são homens, ou seja, 93.735 indivíduos contra 49,97% de mulheres o mesmo que 93.621 pessoas.

Por outro lado, as estimativas do Banco Mundial indicam que STP contou com uma população de cerca de 225.000 habitantes no ano de 2021 (World Bank, 2023), onde a população feminina encontra-se mais representada, atingindo os 50,5%, enquanto que a população masculina representa 49,5%. Considerada uma população jovem e cada vez mais instruída com uma taxa de matrícula no ensino secundário de 89% (World Bank, 2023).

A Lei n.º 4/2018, Lei de Bases do Sistema Educativo publicado no Diário da República em fevereiro de 2019 determina que o Sistema Educativo compreende os subsistemas da Educação Pré-Escolar, a Educação Escolar e a Educação Extra-Escolar.

A Educação Pré-Escolar é de frequência obrigatória e destina-se às crianças com idades compreendidas entre os 4 e 5 anos. Já a Educação Escolar compreende os Ensinos Básico, Secundário e Superior, integrando ainda modalidades especiais e as atividades de ocupação de tempos livres. A Educação Extra-Escolar engloba a alfabetização, a pós alfabetização, atividades de atualização cultural e científica.

O Ensino Básico compreende três ciclos sequenciais, sendo o 1.º de quatro anos, o 2.º de dois anos e o 3.º de três anos; com a duração de 9 anos organizados nos seguintes termos. O 1.º Ciclo vai da 1.ª à 4.ª classe, já o 2.º Ciclo vai de 5.ª e 6.ª classes e o 3.º Ciclo vai da 7.ª à 9.ª classe. O Ensino Secundário é constituído por um ciclo de três anos, que integra a 10.ª, a 11.ª e a 12.ª classes.

Atualmente existem apenas 3 Universidades no país, sendo uma Pública, a Universidade de STP composta por 3 polos: o 1º Polo, é a Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT), 2º Polo, o Instituto Superior de Ciências da Saúde Victor Sá Machado (ISCSVM), e o 3º Polo, Instituto Superior de Educação e Comunicação (ISEC). As outras 2 Universidade são privadas, a Universidade Lusíadas, e o Instituto Universitário de Contabilidade, Administração e Informática (IUCAI).

Ao nível da saúde existe um Hospital na ilha de São Tomé, o Hospital Doutor Ayres de Menezes e outro na ilha do Príncipe, Hospital Doutor Manuel Quaresma Dias da Graça e ao nível distrital o sistema de saúde está organizado em três tipos de unidade de cuidados distintas: Centros de Saúde, Postos de Saúde e Postos de Saúde Comunitários (MIERNA, 2018). No país, existem 1 médico por cada 20 mil habitantes (Madre Deus, 2021).

Em São Tomé e Príncipe os serviços de saúde não possuem circuitos de gestão de resíduos hospitalares bem definidos, originando a existência de resíduos hospitalares contaminados misturados com os resíduos de origem doméstica e comercial. Esta situação é agravada pelo facto de que vários habitantes, incluindo crianças, procederem à separação de resíduos nos locais de acumulação de resíduos, com o objetivo de os vender, o que pode comprometer o gozo de vida saudável dos indivíduos envolvidos (PNGIRSU, 2018).

Segundo dados do World Bank (2023), a esperança média de vida em STP é de 68 anos (2021). Sendo a esperança média de vida feminina 70,8 anos e masculina 64,5 anos e, em 2038, espera-se que se atinjam os 75,1 anos, 78,3 anos e 72,0 anos para a esperança média de vida total, feminina e masculina, respetivamente. A esperança média

de vida total é superior em cerca de 7% à verificada no continente africano (MIERNA, 2018).

De acordo com o Relatório do Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) sobre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 2019, STP subiu de posição e teve IDH de 0,625 ocupando o 135.º lugar entre 187 países (Madre Deus, 2021).

Classificado como um país de rendimento médio-baixo, STP apresenta uma economia frágil, altamente vulnerável a choques exógenos tendo como moeda a Dobra. O país apresenta um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de cerca de 2.400 dólares e enfrenta uma vulnerabilidade socioeconómica significativa devido à elevada pobreza (taxa de pobreza de 15,6% a 2,15 dólares por dia), desigualdade de rendimentos, e a falta de oportunidades de emprego (World Bank, 2023).

Os habitantes de STP dedicam-se essencialmente a atividades agrícolas, pecuárias e piscatórias. A economia santomense assenta-se na agricultura (maioritariamente de subsistência e emprega mais de um terço da população sendo o cacau a cultura principal do país e representa mais de 80% do total das exportações), em algumas unidades transformadoras, no comércio e no turismo (o arquipélago tem potencialidades naturais como fauna, flora, paisagem, recursos marinhos e cultura local, paz social, baixa criminalidade e uma população acolhedora, elementos facilitadores da atividade turística). A pesca artesanal, feita em canoas, é a principal atividade das comunidades costeiras. O petróleo está na fase de prospeção, sem data precisa para o início da produção (CGD, 2014).

A madeira é o material de construção dominante e o principal combustível doméstico, fonte de rendimento para muitos habitantes. As habitações não dispõem, na sua maioria de instalações sanitárias (CGD, 2014). A produção de energia elétrica e água é assegurada pela Empresa de Água e Eletricidade (EMAE) de STP. A energia térmica é dominante, obtida por utilização de gasóleo, importado de Angola. O abastecimento de energia pela EMAE apresenta várias ruturas, e o fornecimento de água é insuficiente (CGD, 2014). A escassez de energia associado a preços mais elevados de alimentos e combustíveis limitaram o crescimento económico do país (World Bank, 2023).

Nas áreas urbanas vivem 67% da população total e no espaço rural os restantes 33%, na sequência do êxodo rural para os centros urbanos. O distrito de Água Grande, onde se localiza a capital São Tomé e o distrito de Mé-Zochi são os que concentram a maior percentagem da população segundo os dados do INESTE (2012). Com o êxodo

rural e o aumento populacional é esperado o aumento da produção de resíduos os quais são depositados nas diversas lixeiras do país. Como foi mostrado anteriormente, em STP a maior lixeira denomina-se lixeira de Penha e a mesma situa-se no distrito de Água Grande considerado o mais populoso do país. A Figura 4.7 mostra a evolução do tamanho da lixeira da Penha entre o ano de 2002 e 2017. A mesma Figura mostra que houve um aumento de 0,75 hectares para o triplo, ocupando em 2017 cerca de 2,25 hectares (PNGIRSU, 2018). Portanto, com o aumento da produção e deposição dos resíduos ocorreu necessariamente a expansão da área de deposição na lixeira. Este motivo é de grande relevância e que chama atenção da necessidade de se encontrar alternativas para o destino final dos resíduos produzidos em geral e em particular aos resíduos hospitalares perigosos produzidos nos laboratórios de análises clínicas.



Figura 4.7: Área da lixeira de Penha no ano de 2002 à esquerda; Área da lixeira de Penha no ano de 2017 à direita.

Fonte: (PNGIRSU, 2018).

A limpeza e recolha de resíduos pela Câmara Distrital de Água Grande, a maior do país. Na cidade de São Tomé várias dezenas de reclusos saem da prisão temporariamente para exercer funções semelhantes às dos trabalhadores do quadro da Câmara. Nos restantes Distritos de STP os recursos humanos são em geral escassos, não existindo quadros técnicos com formação específica em gestão de resíduos.

A gestão de resíduos implica um investimento considerável. E as Câmaras Distritais não possuem recursos financeiros próprios para suportar todas as despesas dependendo das ajudas pontuais do Governo Central e em maior escala do apoio financeiro e técnico das ONG. Neste âmbito o poder local tem meios de financiamento

próprios muito reduzidos. Assim sendo, estudos científicos devem ser realizados com intuito de encontrar alternativas que visam melhorias no cenário atual que o país se encontra.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização dos laboratórios de análises clínicas em STP

Com base nos questionários aos técnicos dos laboratórios (fase 1, apresentados no anexo VI) foi possível fazer uma caracterização dos laboratórios de análises clínicas em STP. Existem 14 laboratórios de análises clínicas, aproximadamente o equivalente a 1 laboratório para 16 000 habitantes. Um dos laboratórios é dedicado a análises veterinárias e os restantes 13 a análises humanas. Os laboratórios variam de 2 laboratórios públicos (autónomos) de nível nacional, 2 laboratórios associados a hospitais públicos, 7 laboratórios menores localizados em centros de saúde locais (públicos) a 3 laboratórios em clínicas de saúde privadas (Tabela 5.1). 79% dos laboratórios são entidades públicas e os restantes 21% são privados.

Tabela 5.1: Tipos de laboratórios de análises clínicas em funcionamento em São Tomé e Príncipe em 2022.

Tipo de laboratórios	Número de laboratórios
Laboratórios públicos de nível nacional	2
Laboratórios público em hospitais	2
Laboratórios no centro de saúde local (público)	7
Laboratório em clínica de saúde privada	3
TOTAL	14

Cada laboratório atende entre 10 e 120 pacientes por dia e realiza entre 10 e 700 exames analíticos por dia. A média de análises por paciente é de 3,8, variando de 1 a 10 análises/paciente.

Os exames clínicos variam de laboratório para laboratório e vão desde a observação direta de amostras ao microscópio, exames bioquímicos (triglicerídeos, hemograma, tipo sanguíneo, hemoglobina, ureia, ácido úrico, etc.), até exames microbiológicos mais complexos para deteção de tuberculose por meio de cultura de células ou teste molecular para COVID-19 através da PCR, que são realizados em apenas 2 laboratórios. Dos 14 laboratórios, 12 realizam exames sorológicos para deteção de HIV, Malária e COVID-19.

5.2. Gestão de resíduos de laboratórios de análises clínicas

A gestão dos resíduos hospitalares dos laboratórios de análises clínicas em STP foi sistematizada em 7 etapas (Figura 5.1): As quatro primeiras etapas ocorrem dentro das

instalações do laboratório e compreendem: geração de resíduos (etapa 1), segregação na fonte (etapa 2), pré-tratamento (etapa 3), recolha e descarte (fase 4). As demais etapas ocorrem fora do laboratório e compreendem coleta e transporte (etapa 5), tratamento (etapa 6) e eliminação (etapa 7).

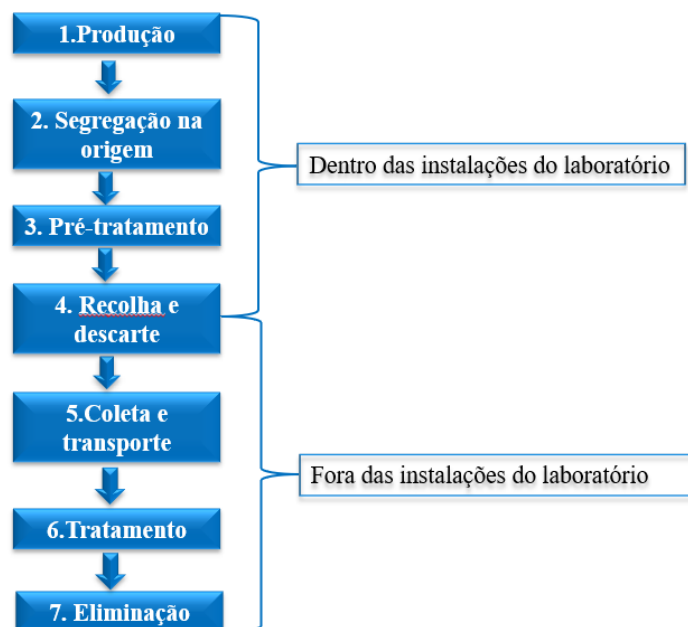


Figura 5.1: Etapas de gestão dos resíduos de laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe.

As secções a seguir descrevem cada estágio nos laboratórios de STP.

5.2.1. Geração de resíduos (etapa 1)

Esta é a primeira fase da gestão de resíduos hospitalares. As questões relevantes dentro desta etapa são: (i) tipos de resíduos e sua perigosidade (ii) quantidades geradas.

(i) Tipos e perigosidade dos resíduos

Os resíduos hospitalares gerados nos laboratórios de análises clínicas podem ser divididos em dois grupos principais de acordo com o local de origem: resíduos gerados durante a coleta da amostra biológica do paciente (etapa de amostragem); e, resíduos gerados durante o processamento das amostras no laboratório (etapa analítica). As produções dos resíduos podem ocorrer em ambos os estágios. A Tabela 5.2 lista os resíduos identificados, divididos em perigosos e não perigosos para as etapas de amostragem e analítica. A classificação entre perigosos e não perigosos seguiu as diretrizes estabelecidas na secção de metodologia.

Tabela 5.2: Resíduos gerados em laboratórios clínicos durante a etapa de amostragem e a etapa analítica.

Estágio de amostragem	Fase analítica	Em ambas as etapas (amostragem + analítica)
<p>Perigoso</p> <ul style="list-style-type: none"> • seringas • agulhas • capa de agulha • algodão usado para estancar o sangramento após a recolha <p>Não perigoso</p> <ul style="list-style-type: none"> • embalagem plástica individual da seringa 	<p>Perigoso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tubos contendo amostras biológicas (saliva, sangue, urina, fezes) • Ponteiros plásticos de pipeta descartáveis • <i>Swabs</i> nasais e orais (por exemplo, teste COVID), • placas de cultura celular • <i>kits</i> de PCR • Cartuchos de diagnóstico de teste • Recipientes de reagentes químicos (embalagem de 1º nível) <p>Não perigoso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Embalagem externa (2º nível) de reagentes químicos utilizados nos procedimentos analíticos (sem contato direto com os produtos químicos) • Materiais de escritório 	<p>Perigoso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Máscara cirúrgica respiratória descartável (usada) • Toucas (usada) • Sapato (usado) • Batas/aventais descartáveis (usados) • Luvas descartáveis (usadas) <p>Não perigoso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caixa de papel de luvas descartáveis • Embalagem individual (papel/plástico) de luvas descartáveis

Com base nos resultados da investigação, todos os laboratórios clínicos em STP produzem resíduos de saúde perigosos e não perigosos. A Figura 4.2 sistematiza os tipos de resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas e sua perigosidade.

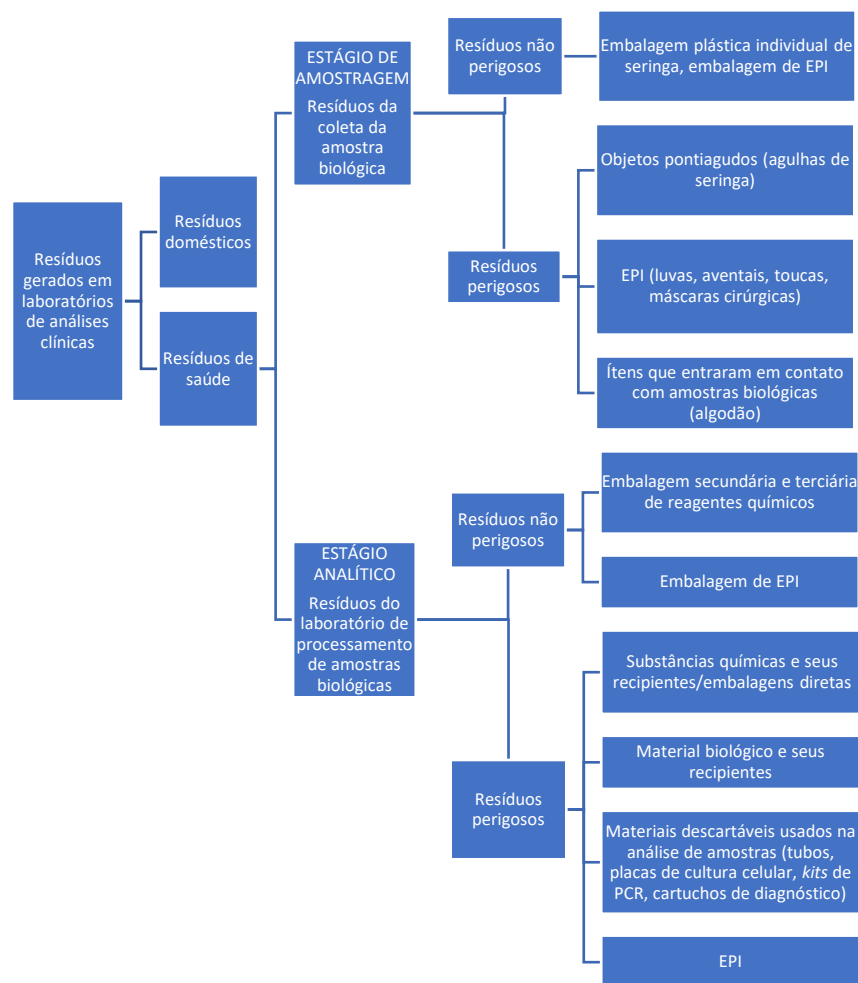


Figura 5.2: Identificação e classificação dos resíduos produzidos em laboratórios de análises clínicas.

(ii) quantidades de resíduos gerados

A geração diária de resíduos em laboratórios de análises individuais pesquisados variou entre 2 e 100 kg/d, com 9 de 14 laboratórios (64%) produzindo 10 kg ou menos por dia (Figura 5.3a).

Os resíduos por análise variaram entre 20 e 1429 g, com 2 dos laboratórios apresentarem valores comparativamente elevados, superiores a 1000 g de resíduo/análise (Figura 5.3b).

Essa alta variabilidade de resíduos/análises pode estar relacionada ao tipo de análise realizada. A PCR e a análise baseada em cultura de células requerem mais materiais e, portanto, provavelmente geram mais resíduos. A quantidade de resíduos clínicos gerados pela instalação depende, portanto, do número de análises, bem como do tipo de análise realizada.

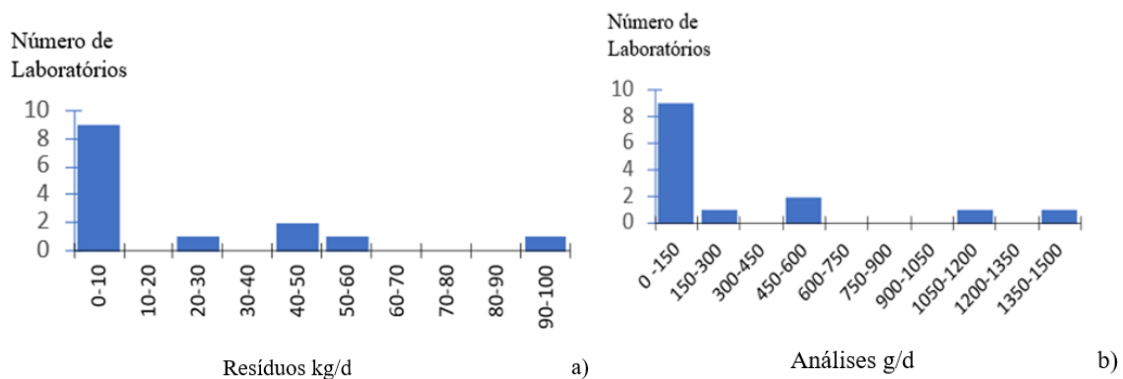


Figura 5.3: Resíduos hospitalares produzidos nos laboratórios de análises clínicas de São Tomé e Príncipe: (a) quantidade de resíduos por dia; e (b) quantidade de resíduos gerados por análise.

Considerando a quantidade de resíduos produzidos por dia em cada laboratório, estimou-se para STP uma produção diária total de 339 kg de resíduos hospitalares provenientes de laboratórios de análises clínicas, equivalente a 123,7 t/ano. Isso representa uma produção de resíduos hospitalares de 0,562 kg/habitante/dia.

A produção total estimada de resíduos no país em 2022 é de 30 984 t/ano (TESE, 2018), pelo que os resíduos hospitalares dos laboratórios de análises clínicas representam 0,4% do total de resíduos do país. Este valor vai ao encontro de constatações anteriores noutros países que referem que os resíduos de cuidados de saúde (laboratórios clínicos, mas também todas as outras atividades relacionadas com cuidados de saúde, como hospitais, consultórios médicos, clínicas, etc.) representam aproximadamente 1% de todos os resíduos gerados (Mota et al., 2004).

5.2.2. Segregação na Fonte (etapa 2)

Os resultados obtidos mostram que em STP a prática de segregar objetos perfuro-cortantes (como agulhas) e colocar esses resíduos em recipientes específicos (Figura a seguir) é generalizada, sendo que apenas um dos 14 laboratórios não o faz. Essa prática está de acordo com as práticas recomendadas no “*Safe management of wastes from health-care activities*”.

A segregação de objetos perfuro-cortantes previne acidentes de trabalho e lesões fora do laboratório para aqueles que possam entrar em contacto com os resíduos e é especialmente relevante, pois esses itens estão em contacto com amostras biológicas potencialmente infecciosas e podem facilmente perfurar a pele, aumentando a probabilidade de transmissão de doenças infecciosas como HIV e hepatite B e C (Agberé et al., 2021).

Além dos perfuro-cortantes, existem outros resíduos perigosos para a saúde que também são gerados nos laboratórios de análises clínicas, conforme a Figura 5.2 e a Tabela 5.2. Ao contrário do que ocorre com os perfuro-cortantes, a separação dos outros resíduos perigosos dos não perigosos não é uma prática comum nos laboratórios do STP. Para entender melhor o nível de separação dentro dos laboratórios, foi definido um sistema de classificação com 4 níveis: (i) sem separação, (ii) separação básica, (iii) separação intermediária e (iv) separação avançada. Os atributos de cada nível estão descritos na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Classificação do nível de separação de resíduos em laboratórios analíticos.

NÍVEL ZERO (sem separação)	NÍVEL BÁSICO (Somente separação de objetos pontiagudos)	NÍVEL INTERMEDIÁRIO	NÍVEL AVANÇADO
Existe apenas um fluxo de resíduos: ○ Resíduos mistos (todos os resíduos, incluindo resíduos perigosos)	Existem dois fluxos de resíduos: ○ Objetos perfuro- cortantes ○ Todos os outros resíduos	Existem três fluxos de resíduos: ○ Resíduos perfuro- cortantes ○ Resíduos de risco biológico ○ resíduos mistos (compreende resíduos hospitalares e domésticos).	Existem quatro fluxos de resíduos: ○ Resíduos perfuro- cortantes ○ Resíduos de risco biológico ○ Resíduos de risco químico ○ Resíduos não perigosos (resíduos de saúde e afins domésticos).

A classificação dos laboratórios em STP de acordo com as práticas de segregação na origem mostrou que 79% dos laboratórios em STP estão no Nível Básico, 14% estão no Nível Intermediário, 7% estão no Nível Zero e não há laboratórios no Nível Avançado. Idealmente, todos os laboratórios devem separar os resíduos perigosos dos não perigosos, porque quando os resíduos perigosos são misturados com os resíduos não perigosos, todos se tornam perigosos e a reciclagem de resíduos não perigosos não será mais possível. Não segregar resíduos perigosos também significa que os laboratórios terão maiores quantidades de resíduos perigosos para lidar.



Figura 5.4: Segregação de objetos perfuro-cortantes. A seta indica onde os objetos perfuro-cortantes são colocados.

5.2.3. Pré-tratamento (etapa 3)

O pré-tratamento dos resíduos hospitalares antes da coleta para eliminar o risco biológico é realizado em 50% dos laboratórios por desinfecção (5 laboratórios) ou autoclavagem (2 laboratórios). A desinfecção é realizada com uma solução de hipoclorito de sódio, que tem baixo custo e ampla disponibilidade, tornando-se um desinfetante químico amplamente difundido. Já a autoclavagem utiliza pressão e calor (vapor) para desativar organismos biológicos, resultando numa esterilização das amostras. O autoclave é um equipamento de alto custo, o que pode explicar o facto de existir em poucos laboratórios. Os resultados também mostram que 50% dos laboratórios não eliminam o risco biológico antes de descartar os resíduos.

5.2.4. Remoção e descarte (etapa 4)

Esta etapa compreende a remoção de resíduos produzidos em vários locais dentro da instalação e o descarte desses resíduos. De uma forma geral, os problemas que podem ser críticos durante esta fase incluem:

- segurança do pessoal durante a remoção devido a probabilidade de exposição aos resíduos infeccioso ou químico contido nos material e possíveis acidentes de trabalho causados por objetos perfuro-cortantes.
- garantir a contenção adequada de resíduos enquanto os resíduos aguardam a coleta.

Segundo Moreschi et al. (2014) a capacitação da equipe para procedimentos de gestão de resíduos e uso de EPI é altamente recomendada para minimizar os riscos nas unidades de saúde.

Nos laboratórios incluídos no estudo, os resíduos são armazenados temporariamente nas instalações (Figura 5.5) ou removidos das instalações e:

- (i) descartados na lixeira comum (a mesma utilizada pela população para o resíduo doméstico) diretamente pelo laboratório;
- (ii) recolhidos pela câmara distrital juntamente com os resíduos urbanos e descartados na lixeira;
- (iii) transportados para a incineradora;
- (iv) eliminados diretamente (consultar a secção 5.2.7).

O descartar substâncias potencialmente infecciosas e perigosas nos contentores da rua, em sacos ou contentores de uso geral e, a sua permanência nesses locais por vezes durante mais de uma semana faz com que os mesmos fiquem acessíveis a transeuntes e animais; durante este período pode ocorrer rasgo e desgaste dos sacos por elementos físicos (como chuva, ou vento) ou por pessoas e animais. Além da probabilidade de contato direto com substâncias perigosas, existe também o potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas por lixiviação de substâncias perigosas dos sacos e recipientes de resíduos.



Figura 5.5: Casa de resíduo com resíduos em sacos, caixas e lixeiras aguardando a coleta.

Fonte: Autora

5.2.5. Recolha e transporte (etapa 5)

Conforme explicado anteriormente, podem ocorrer 1, 2 ou 3 fluxos de resíduos hospitalares, conforme o laboratório: (i) resíduos hospitalares perfuro-cortantes (ii) resíduos de risco biológico após autoclavagem; e (iii) resíduos mistos (incluindo resíduos hospitalares e afins). A recolha e o transporte são descritos individualmente para cada fluxo de resíduos.

Recolha e transporte de resíduos perfuro-cortantes de laboratórios

Não há um cronograma definido para a recolha dos resíduos perfuro-cortantes. Este processo ocorre apenas quando os laboratórios atingem um determinado número de caixas preenchidas, o que pode levar muito tempo especialmente para os distritos em que os laboratórios recebem poucos pacientes.

Desde 2019 e por alguns anos, existiam financiamentos externos que apoiavam a recolha e transporte de objetos perfuro-cortantes dos laboratórios para a incineradora e o processo estava então a cargo do Centro de Gestão de Resíduos Sanitários de São Tomé (CGRSS). Quando o financiamento externo começou a diminuir, a recolha também diminuiu e atualmente apenas os objetos perfuro-cortantes do hospital central (Drº Ayres de Menezes) estão a ser recolhidos, com recurso a pessoal formado e viaturas devidamente equipadas, pelo CGRSS (Figura 5.6). O transporte nos restantes laboratórios é feito pelo próprio pessoal dos laboratórios sem qualquer formação específica para manuseamento de resíduos hospitalares, nomeadamente pessoal de limpeza, maqueiros ou jardineiros, e com recurso a viaturas de uso geral não adaptadas ao transporte de resíduos perigosos. Este estudo não avaliou se os trabalhadores utilizam EPI durante a coleta e transporte dos resíduos.



Figura 5.6: Veículo usado para recolha de resíduos de Serviço de Saúde pelo CGRSS.

Fonte: Autora

Recolha e transporte de resíduos de risco biológico

Nos 2 laboratórios onde os resíduos de risco biológico são autoclavados, após a esterilização, os resíduos são temporariamente armazenados nas instalações apropriadas e posteriormente transportados para a lixeira pelo pessoal do laboratório.

Recolha e transporte de resíduos hospitalares mistos

A recolha de resíduos mistos dos laboratórios é realizada pelas câmaras distritais. A recolha ocorre semanalmente em 64% dos laboratórios, duas vezes por semana (um laboratório), três vezes por semana (3 laboratórios) e diariamente (um laboratório), conforme a Figura 5.7.

A baixa frequência de recolha na maioria dos laboratórios deve-se à falta de viaturas, escassez de combustível, ou reduzida quantidade de resíduos gerados. As consequências já referidas na secção anterior são o aumento da exposição do público em geral aos resíduos hospitalares perigosos e a possibilidade de contaminação ambiental por lixiviados provenientes dos resíduos.

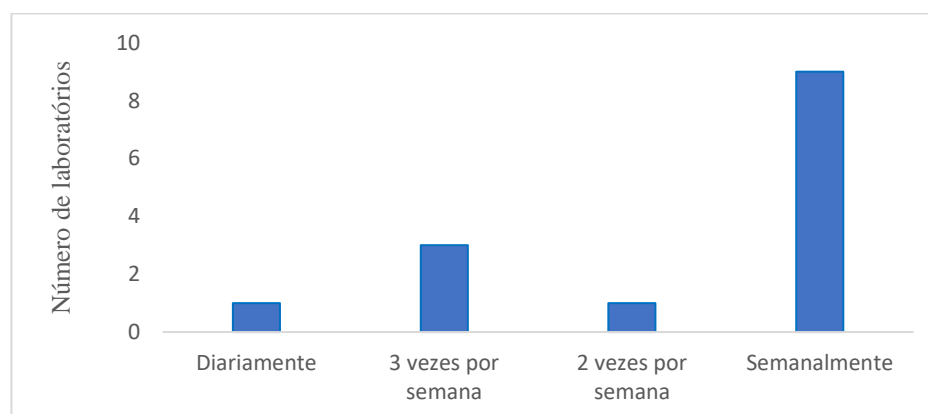


Figura 5.7: Frequência de recolha dos resíduos hospitalares mistos dos laboratórios de análises clínicas.

5.2.6. Tratamento e Eliminação (etapa 6 e 7 respetivamente)

Os resíduos hospitalares dos laboratórios de análises clínicas seguem diretamente para a eliminação sem nenhuma triagem, processamento ou tratamento prévio.

A fase final na gestão de resíduos dos laboratórios de análises clínicas é a eliminação. A eliminação depende do tipo de fluxo de resíduos e do laboratório e pode ser por incineração, descarte em lixeira das câmaras distritais, queima *in situ* em fossa a céu aberto ou deposição *in situ* em um buraco cavado no solo.

A maior parte dos resíduos perfuro-cortantes hospitalares dos laboratórios de análises clínicas é segregada na fonte e transportada para instalações onde é incinerada (93% dos laboratórios, Figura 5.8); para o caso do único laboratório que não separa os objetos perfuro-cortantes, esses resíduos são misturados com outros resíduos e levados para a lixeira de Penha.

Os resíduos não perfuro-cortantes hospitalares dos laboratórios de análises clínicas são encaminhados para a lixeira de Penha (em 70% dos laboratórios), enterrados nas proximidades do laboratório (21%) ou queimados *in situ* (7%), conforme mostra a Figura 5.8.

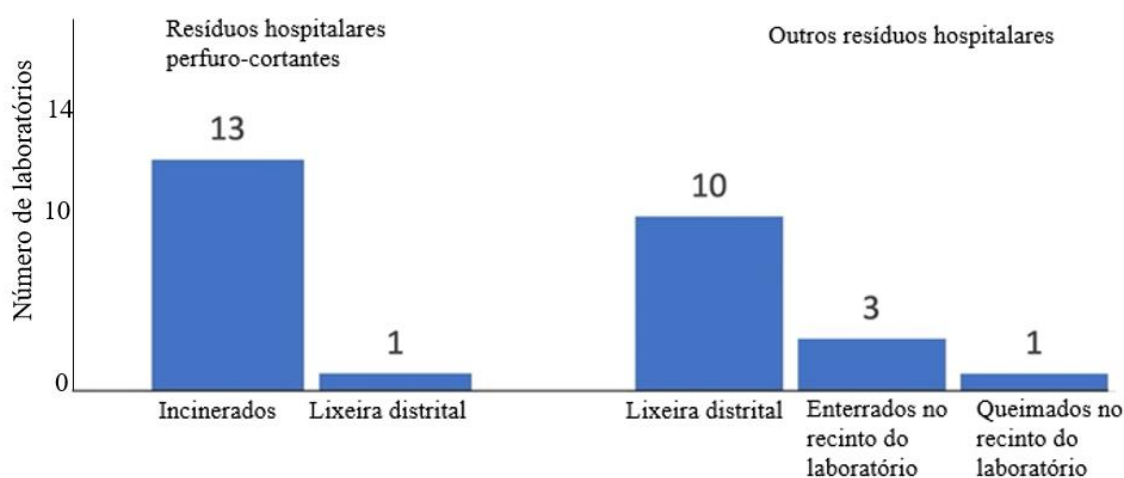


Figura 5.8: Eliminação de resíduos hospitalares dos 14 laboratórios de São Tomé e Príncipe.

Descarte dos resíduos e queima a céu aberto

A lixeira de Penha é a maior lixeira distrital do interior de São Tomé, situada no distrito de Água Grande, recebe todo o tipo de resíduos provenientes de toda a ilha, como foi referido anteriormente. Os resíduos são eliminados não só pelos funcionários das câmaras responsáveis pela recolha dos resíduos, mas também por outras entidades públicas e privadas e pela população em geral. Existem outras lixeiras de menor dimensão, como a lixeira de “Neves”, a norte (Figura 5.9) e outras a sul da ilha, previamente identificadas no capítulo 4.

Os resíduos são descartados nas lixeiras de forma desordenada. Adicionalmente, as lixeiras não possuem cercas, os sistemas de recolha de lixiviados e de biogás são inexistentes e não há controlo ambiental nem medidas de segurança em vigor para garantir uma operação adequada e segura.

Os resíduos descartados são queimados por técnicos da câmara distrital quase diariamente e não há controlo da combustão, com os gases gerados muitas vezes a atingir

as comunidades próximas (Figura 5.10). Portanto, há um enorme impacto desta operação de gestão de resíduos para as comunidades próximas, funcionários das câmaras, as entidades privadas e para a população que se desloca regularmente à Penha para deitar os seus resíduos.

Resíduos perigosos de saúde descartados nas lixeiras distritais apresentam riscos químicos (como produtos químicos) e riscos biológicos (de material infetado que não foi pré-tratado nos laboratórios). Nas lixeiras, esses resíduos podem entrar em contato direto com a população ou lixiviar para o solo e lençóis freáticos.

Como os resíduos são queimados de forma descontrolada, não é possível garantir a destruição segura de contaminantes biológicos ou químicos. Os gases de combustão podem conter partículas de material original não queimado (que mantém sua perigosidade), podem conter PIC ou podem conter vapores com elementos metálicos presentes nos resíduos de saúde, todos os quais provavelmente perigosos se inalados.

O impacto das lixeiras distritais em STP para população local não foi avaliado por nenhum estudo epidemiológico, tanto quanto se conhece. Os resíduos de saúde representam menos de 1% do total de resíduos, mas ainda assim contribuem para os potenciais impactos do despejo de resíduos nesses locais.



Figura 5.9: Despejo e queima de resíduos hospitalares na lixeira “Lixeira de Neves” no distrito de Lembá, São Tomé. a) diversidade de resíduos queimados; b) resíduos de medicamentos queimados.

Autoria: (Andrade, 2022).



Figura 5.10: Queima de resíduo e poluição do ar na lixeira de Penha, na ilha de São Tomé.

Autoria: (Sacramento, 2023).

A Figura 5.11 mostra o fluxograma que retrata o cenário atual sobre a gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas com base na análise dos resultados obtidos dos inquéritos da primeira e segunda fase.

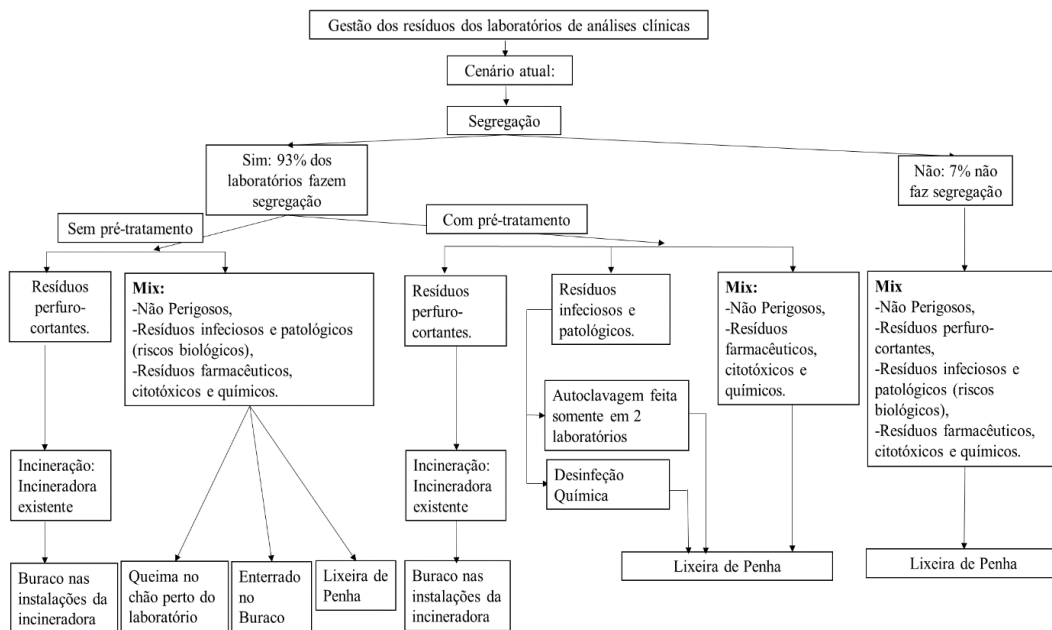


Figura 5.11: Cenário atual da gestão dos resíduos de laboratório de análises clínicas.

5.3. Panorama da incineração de São Tomé

Os resultados do inquérito por entrevista dirigida aos trabalhadores do Centro de Gestão de Resíduos de Serviço de Saúde onde está instalada a incineradora de São Tomé, são apresentados no anexo VII.

De acordo com estes resultados, existem duas incineradoras de resíduos hospitalares em STP. Uma fica na capital (São Tomé) e tem capacidade de 240 kg (Figura 5.12). A outra fica na Ilha do Príncipe e tem capacidade de 30 kg. As incineradoras foram fornecidas por doadores estrangeiros e inicialmente previa-se que estes equipamentos seriam capazes de lidar com todos os resíduos de saúde produzidos no país. No entanto, à chegada verificou-se que a capacidade não era suficiente para incinerar todos os resíduos hospitalares, portanto foi decidido incinerar apenas objetos perfuro-cortantes e placentas. A decisão de incinerar os perfuro-cortantes vai de encontro com os objetivos de umas das entidades financiadoras da incineradora, a Aliança Global para Vacinas e Imunização (GAVI), que se preocupa com a eliminação segura dos seus resíduos.



Figura 5.12: Incineradora no CGRSS, Ilha de São Tomé. Superior: vista lateral; em baixo: vista frontal.

Fonte: Autora

Com o objetivo de prolongar a vida útil do equipamento, a entidade responsável pela incineradora localizada na capital decidiu efetuar apenas 1 ciclo de incineração por dia e limitar a carga de trabalho a 210 kg. Cada ciclo de incineração leva entre 4 a 5 horas e requer fornecimento de eletricidade, gasolina (1000L), água para arrefecimento e para o sistema de tratamento de efluentes gasosos (500L) e soda cáustica para o processo de tratamento de efluentes gasosos (12kg). Durante cada ciclo de incineração são produzidos 25 kg de cinzas residuais (Figura 5.13), que são armazenadas no subsolo das instalações (não foi possível encontrar detalhes adicionais sobre esta operação), o que representa uma produção de 11,9% de cinzas de incineração (percentagem da quantidade de resíduos incinerados) e uma redução de 88,1% (em peso) dos resíduos durante o processo de incineração.

Os custos operacionais das incineradoras são parcialmente suportados por doadores externos. As incineradoras recebem resíduos hospitalares do hospital central, centros de saúde públicos, clínicas privadas e laboratórios de análises clínicas públicos e privados. As instituições públicas não pagam pela incineração de resíduos e as entidades privadas têm acordos de cooperação. Isto significa que a incineração de resíduos de saúde em STP não tem financiamento próprio e o seu funcionamento depende de doações externas. Adicionalmente, no momento da entrevista, foi possível verificar que a incineradora não se encontrava em funcionamento devido à falta de combustível, à instabilidade no fornecimento de energia elétrica e à escassez de água.

Todos estes constrangimentos fazem com que, por vezes, os resíduos hospitalares fiquem armazenados durante longos períodos a aguardar a sua recolha e eliminação, tanto no ponto de origem como nas instalações de incineração.



Figura 5.13: Produto final da incineração. A seta mostra as escórias.

Fonte: Centro de gestão de Resíduos de Saúde de São Tomé, março, 2023.

5.4. ODS associados a problemática de gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe

Os principais problemas relacionados com a gestão dos resíduos hospitalares de laboratórios de análises clínicas identificados no presente trabalho estão sistematizados na Tabela 5.4. A tabela está organizada de acordo com a etapa de gestão dos resíduos (descrita anteriormente na secção 5.2) e propõe ações que podem ser implementadas para melhorar a gestão de resíduos atual. Além disso, a tabela também identifica os ODS associados a cada problema.

Tabela 5.4: Problemas na gestão dos resíduos hospitalares dos laboratórios de análises clínicas, sugestões de melhoria e ODS relevantes.

Estágio	Problema	Sugestões de melhoria	ODS associado
1. Geração de resíduos	339 kg/dia (equivalente a 123,7 t/ano) de resíduos hospitalares são gerados nos laboratórios de análises clínicas, Alguns dos resíduos gerados são perigosos, seja	Promover medidas de redução de desperdícios no laboratório (escolher materiais com menos embalagens, melhorar a gestão de stocks para evitar produtos vencidos;	Objetivo 12.5. Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução,

	por risco físico (podem perfurar a pele), risco biológico (infeccioso) ou risco químico.	selecionar produtos que possam ser devolvidos para o fornecedor para serem recarregados, entre outros).	reciclagem e reutilização.
2.Segregação na fonte	7% dos laboratórios não segregam resíduos perfuro-cortantes, 86% dos laboratórios não separam resíduos de risco biológico e químico, 100% dos laboratórios falham na separação de resíduos de risco químico.	Implementar procedimentos de segregação na fonte no laboratório: adquirindo recipientes com cores diferenciadas e tampas/vedações adequadas para separar adequadamente os resíduos químicos, biológicos e perfuro-cortantes; Treinamento de funcionários; Implementação de novos procedimentos que garantam a separação adequada dos resíduos	Objetivo 3.9. Reduzir substancialmente o número de mortes e doenças causadas por produtos químicos perigosos, contaminação do ar e da água e poluição do solo.
3.Pré-Tratamento	50% dos laboratórios não desinfetam nem esterilizam resíduos de risco biológico	Cada laboratório deve ter uma autoclave ou meios para realizar a desinfecção química.	Objetivo 6.3 melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando o despejo e minimizando a libertação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e a reutilização segura globalmente.
4. Remoção e descarte	Em 43% dos laboratórios, o armazenamento temporário de resíduos hospitalares perigosos é inadequado porque: - os resíduos são acessíveis às pessoas que passam (incluindo crianças) e aos animais (insetos, cães, roedores entre outros)	Construção ou atribuição de um espaço fechado para armazenamento temporário dos resíduos enquanto se aguarda a recolha. Certificar que os sacos/recipientes adequados sejam usados	Objetivo 9.a. Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliente nos países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro,

	<p>- os resíduos são colocados em sacos plásticos de uso geral, que podem se rasgar, libertar conteúdo e poluir o solo e a água próxima.</p>	<p>para armazenamento temporário.</p> <p>Evitar que qualquer lixiviado libertos dos sacos/recipientes atinja o solo ou a água próxima.</p>	<p>tecnológico e técnico aos países africanos, países menos desenvolvidos, países em desenvolvimento sem litoral e pequenos Estados insulares em desenvolvimento.</p>
5. Coleta e transporte	<p>Em 93% dos laboratórios, o transporte de resíduos perfuro-cortantes para o incinerador não é feito com veículos de coleta de lixo adequados e nem pessoal treinado</p> <p>Em 64% dos laboratórios, a frequência de coleta de resíduos hospitalares mistos (perigosos e não perigosos) é baixa (feito semanalmente); quando falta o combustível a frequência de recolha é ainda menor.</p> <p>Em todos os laboratórios, uma percentagem dos resíduos hospitalares perigosos são recolhidos e transportados juntamente com os resíduos domésticos.</p>	<p>Introduzir coleta segura de resíduos de saúde perigosos através do uso de equipamentos de proteção individual.</p> <p>Usar recipientes recolha sinalizados de acordo com o tipo de resíduo.</p> <p>Usar veículo apropriado para transporte de resíduos perigosos.</p>	<p>Objetivo 8.8. Proteger os direitos trabalhistas e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores, incluindo trabalhadores migrantes, em particular mulheres migrantes e pessoas em empregos precários.</p>
6.Tratamento	<p>100% dos resíduos hospitalares dos laboratórios de análises clínicas vão diretamente para a eliminação sem qualquer triagem, processamento ou tratamento prévio.</p>	<p>Separação de resíduos recicláveis da fração de resíduos não perigosos.</p> <p>Uso de outras tecnologias adicionais de tratamento centralizado.</p>	<p>Objetivo 12.5. reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização.</p>
7. Eliminação	<p>7% dos laboratórios descartam resíduos perfuro-cortantes nas lixeiras das câmaras distritais,</p> <p>71% dos laboratórios descartam resíduos hospitalares não perfuro-cortantes em lixeiras das câmaras distritais, onde</p>	<p>Fornecer aos laboratórios alternativas para eliminar os resíduos perigosos de maneira mais segura.</p>	<p>Objetivo 11.6. reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar, gerenciamento de resíduos municipais e outros.</p>

	<p>podem entrar em contato com a população,</p> <p>21% dos laboratórios descartam resíduos de saúde não perfuro-cortantes enterrando-os no solo sem qualquer controlo de lixiviados, nem garantindo que os resíduos não sejam desenterrados novamente</p> <p>7% dos laboratórios eliminam os resíduos hospitalares não perfuro-cortantes por meio da queima; esta solução não impede a emissão de fumos tóxicos nem consegue controlar as condições de combustão a ponto de garantir a combustão total e eliminar os riscos biológicos e químicos.</p> <p>A capacidade das incineradoras existentes não é suficiente para incinerar todos os resíduos de saúde produzidos no país.</p> <p>As incineradoras muitas vezes não funcionam por falta de água, eletricidade, combustível.</p>		<p>Objetivo 12.4. alcançar uma gestão ambientalmente saudável de produtos químicos e todos os resíduos (...) e reduzir significativamente a sua libertação para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente.</p> <p>Objetivo 15.1. assegurar a conservação, restauração e uso sustentável dos ecossistemas terrestres e de água doce interior e seus serviços, em particular florestas, zonas húmidas, montanhas e terras áridas.</p>
TODAS as etapas	<p>Funcionários de laboratórios de análises clínicas têm dúvidas se os resíduos enviados para incineração serão de facto incinerados,</p> <p>Falta de regulamentação nacional específica para a gestão de resíduos hospitalares.</p>	<p>Assegurar a devida sensibilização ambiental e a capacitação dos profissionais que trabalham nos laboratórios de análises clínicas em relação a gestão de resíduos,</p> <p>Publicar um regulamento nacional sobre gestão de resíduos hospitalares e criar uma equipe para supervisionar sua implementação.</p>	<p>Objetivo 12.8. garantir que as pessoas em todos os lugares tenham informações relevantes e consciência para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.</p>

5.5. Proposta de uma alternativa para gestão dos resíduos hospitalares com base na percepção dos especialistas usando o método AHP

Nas últimas décadas, tem havido um aumento da consciência da necessidade de uma gestão correta dos resíduos hospitalares. Assim sendo, selecionar a tecnologia mais apropriada para o tratamento dos resíduos hospitalares, dentre tantas opções, é uma tarefa complexa, que requer a identificação de critérios significativos e um método de avaliação sólido. Muitas ferramentas têm sido criadas, adaptadas para possibilitar uma melhor escolha pelo decisor. Nesta secção são apresentados os resultados da utilização do procedimento hierárquico de análise (AHP) como ferramenta de apoio à decisão. Tal, como descrito na secção da metodologia, para esta análise recorreu-se à opinião de 3 especialistas e/ou decisores, um para cada pilar da sustentabilidade: ambiental, social e económico.

5.5.1. Cenários alternativos para a gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas

A construção de cenários alternativos para gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas teve por base os resultados dos inquéritos realizados anteriormente, na primeira e segunda fase da investigação, os quais possibilitaram por um lado, identificação do cenário atual de gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas e por outro, projetar cenários futuros alternativos. Neste sentido, a partir das informações levantadas, foram construídos três cenários alternativos para a gestão destes resíduos que em fase posterior do processo de AHP foram apresentados aos especialistas. Estes cenários são descritos de seguida.

Cenário 1: Autoclavagem descentralizada + incineração centralizada de baixa capacidade

Neste cenário os laboratórios fariam a separação dos resíduos de risco biológico e dos resíduos perfuro-cortantes. Seriam autoclavados no próprio laboratório todos os resíduos perigosos de risco biológico (que possam ir ao autoclave); os resíduos de risco biológico que não pudessem ser autoclavados seriam submetidos a uma desinfecção química. Após a autoclavagem ou desinfecção química, os resíduos seriam encaminhados para a lixeira existente, juntamente com os resíduos não perigosos, e aí descartados, uma vez que já não estariam contaminados com agentes biológicos patogénicos (Figura 5.14).

Por outro lado, os resíduos perfuro-cortantes seriam transportados para a incineradora já existente no país e incinerados.

Este cenário tem como principal objetivo a redução do risco biológico existentes nos resíduos. Em termos práticos implica a separação de dois fluxos de resíduos (perfuro-cortantes e de risco biológico) dos restantes resíduos e a implementação de sistemas de autoclavagem e desinfecção em todos os 14 laboratórios. Considerando que uma parte dos laboratórios já tem autoclave (ver resultados do inquérito fase 1) seria necessário a aquisição de 10 autoclaves.

Dos três cenários propostos, o cenário 1 é o que representa um menor investimento e menores alterações face à situação atual. Contudo, tem a grande desvantagem de ignorar os resíduos de risco químico, que continuariam a ser encaminhados para a lixeira sem tratamento.

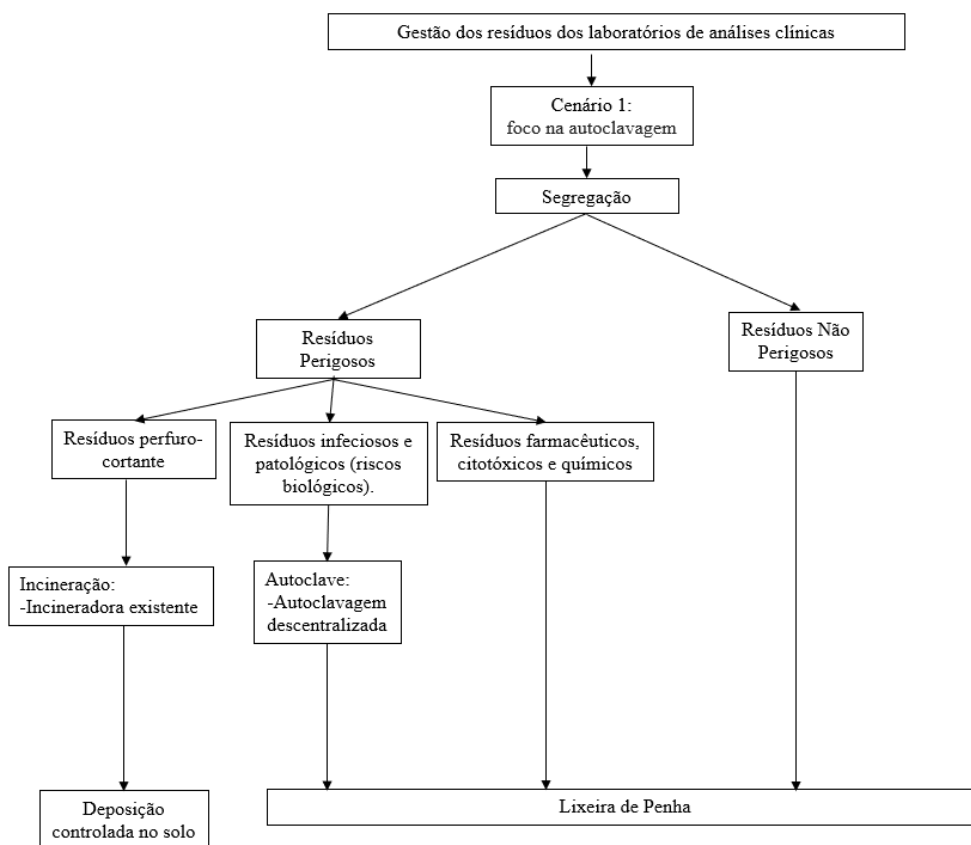


Figura 5.14: Representação esquemática do Cenário 1.

Cenário 2: Incineração centralizada de baixa e alta capacidade.

Para este cenário também haveria necessidade de fazer a separação dos resíduos perigosos dos não perigosos nos laboratórios. Os perfuro-cortantes seriam incinerados na incineradora já existente e, através de uma incineradora com maior capacidade, seriam incinerados todos outros resíduos perigosos. Seria necessário a construção de um local no solo para deposição segura das cinzas e escórias resultantes do processo de incineração. Este cenário visa a eliminação dos resíduos sólidos hospitalares possíveis de serem incinerados, entretanto não leva em conta a descontaminação dos resíduos químicos líquidos nem a valoração dos resíduos. Para este cenário haveria necessidade de aquisição de uma nova incineradora. A Figura 5.15 mostra o fluxograma deste cenário.

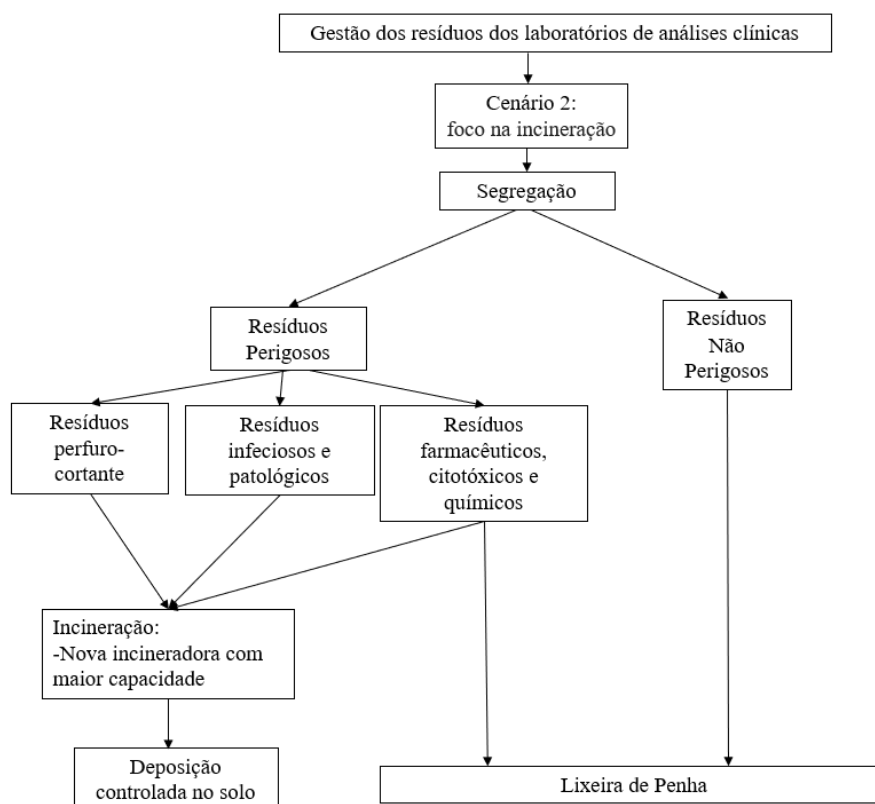


Figura 5.15: Representação esquemática do Cenário 2.

Cenário 3: Criação de um Centro de Tratamento Integrado de todos os resíduos hospitalares (Central dedicada)

Este cenário também exigiria a separação dos resíduos perigosos dos não perigosos nos locais de produção (laboratórios). O ideal seria que o centro de tratamento fosse administrado por uma empresa privada, a qual seria responsável por fazer o

tratamento centralizado de todos os resíduos hospitalares produzidos em instalações públicas e privadas do país. O centro disponibilizaria formas adequadas de triagem e tratamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos e líquidos perigosos, de acordo com as melhores práticas. O centro contaria com uma incineradora com capacidade para incinerar os resíduos perigosos produzidos nos laboratórios de análises clínicas do país. Esta incineradora estaria equipada com um sistema de tratamento de gases adequado, e seria operada de forma a prevenir a formação de dioxinas e furanos. Os resíduos não perigosos passariam por processo de valoração no centro, através da reciclagem. O objetivo deste centro seria receber todos os tipos de resíduos produzidos nos laboratórios e dar o devido tratamento aos mesmos, evitando assim que certos tipos de resíduos, como os resíduos químicos, permaneçam por tempo indeterminado em locais inadequados ou sejam descartados sem controlo nas lixeiras, colocando em risco a saúde os profissionais e utente assim como os cidadãos. Para os resíduos da região Autónoma do Príncipe haveria necessidade de um centro de armazenamento temporário dos resíduos até serem enviados por via marítima, seguindo todas as normas de armazenamento e transporte deste tipo de resíduos, para o centro de tratamento integrado de resíduos hospitalares situado na ilha de São Tomé. A Figura 5.16 resume este cenário.

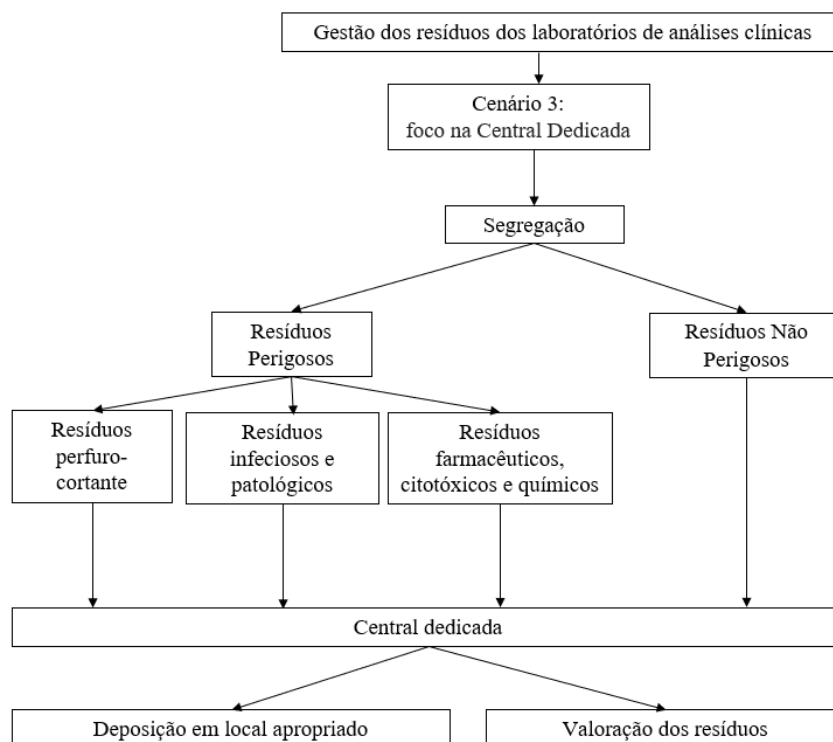


Figura 5.16: Representação esquemática do Cenário 3.

Na Tabela 5.5, a seguir, estão sintetizadas as vantagens e desvantagens de cada cenário e as necessidades para a implementação dos mesmos.

Tabela 5.5: Vantagens e desvantagens dos cenários alternativos de gestão de resíduos de laboratório em São Tomé e Príncipe.

Cenário	Vantagens	Desvantagens	Necessidades
1- Foco na Autoclavagem	<ul style="list-style-type: none"> -Esterilização dos resíduos e destruição de agentes patogénicos. -Diminuição dos resíduos patogénicos no ambiente. -Resíduos podem adquirir valor 	<ul style="list-style-type: none"> -Não haverá redução do volume dos resíduos. -Resíduos são descartados na lixeira de Penha. -Espaço para armazenamento de escórias. -Os perfuro-cortantes não desintegram totalmente -Não há tratamento dos resíduos químicos líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> -10 autoclaves -Materiais para separação dos resíduos (como, sacolas de plástico, baldes de lixo com pedal) -Combustível -Água -Energia
2- Foco na Incineração	<ul style="list-style-type: none"> -Destruição dos resíduos patogénicos - Destruição dos perfuro-cortantes -Diminuição de resíduos enviados a lixeira de Penha. Diminuição do volume dos resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> -Não há tratamento dos resíduos químicos líquidos -Resíduos sendo descartados na lixeira de Penha. 	<ul style="list-style-type: none"> -Aquisição de 1 incineradora com maior capacidade. -Materiais para separação dos resíduos -Combustível -Água -Energia
3-Central dedicada	<ul style="list-style-type: none"> Destruição dos resíduos patogénicos - Destruição dos perfuro-cortantes -Diminuição de resíduos enviados a lixeira de Penha. -Diminuição do volume dos resíduos -Tratamento de todos os tipos de resíduos -Valoração dos resíduos através da reciclagem. -Garantia de tratamento adequado dos resíduos. -Geração de novos postos de trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tempo para implementação. -Elevado custo para construção da infraestrutura. -Elevado custo para compra dos materiais e equipamentos e veículos. -Elevado custo de manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> -Espaço físico para instalação do centro. -Construção da infraestrutura do centro. -Aquisição de equipamentos ambientalmente aceites para o tratamento dos resíduos (Autoclaves, incineradora, trituradora) -Central de reciclagem -Recrutamento de recursos humanos

	-Segurança no trabalho. -Responsabilidade na gestão dos resíduos hospitalares.		-Veículo apropriado para transporte de resíduos perigosos. -Centro de armazenamento temporário na Região autónoma do Príncipe.
--	---	--	---

5.5.2. Critérios e subcritérios relevantes ao processo AHP

O processo de AHP implica a seleção de critérios e subcritérios considerados relevantes na avaliação dos cenários e na seleção, pelos especialistas, do melhor cenário. Nesta secção descrevem-se os critérios e subcritérios selecionados, e os motivos que levaram à escolha dos mesmos.

Os critérios e subcritérios (Tabela 5.6) foram selecionados a partir da leitura de outros trabalhos realizados no âmbito de gestão de resíduos e correspondem, como referido atrás, aos principais aspetos a serem avaliados para tomada de decisão. Além disso, no AHP os critérios relacionados com a saúde, o ambiente e sociedade são usados como critérios de tomada de decisão por serem critérios importantes (Rawal, 2022). Segundo Antonopoulos (2014) os critérios ambientais, sociais e económicos inseridos na ferramenta do AHP são usados para classificar o desempenho e a sustentabilidade de cada alternativa de tratamento de resíduos. Por isso neste trabalho os critérios selecionados encontram-se nessas três esferas:

- ambiental: analisa a implementação de variáveis que protegem o meio ambiente, como a adoção de sistema que evitam a eliminação de produtos tóxicos na atmosfera ou seja, a minimização dos possíveis riscos e impactos ambientais;

- económica: relaciona-se com os custos financeiros para o bom funcionamento de todo o processo de gestão dos resíduos implementados, como por exemplo, os custos para aquisição de determinados equipamentos ou infraestruturas, portanto trata-se dos custos para a adoção de cada cenário face à realidade económico-financeira atual;

- social: ligada aos benefícios que a sociedade terá com determinado cenário a considerar, como por exemplo a geração de emprego.

Tabela 5.6: Síntese dos critério e subcritérios.

Critérios	Subcritérios
Ambiental	Eliminação do risco biológico (ERB)
	Destruição dos resíduos perfuro-cortantes (RPC)
	Eliminação do risco químico (ERQ)
Económico	Custo com aquisição (CA)
	Custo de manutenção (CM)
Social	Geração de emprego (GE)
	Risco de trabalho (RT)

Para o **critério ambiental** foram adotados três subcritérios:

1) Eliminação do risco biológico (ERB). A escolha deste subcritério deve-se ao facto de que os resíduos dos laboratórios de análises clínicas apresentam agentes biológicos patogénicos que podem contaminar o ambiente e transmitir doenças. Portanto este subcritério relaciona-se com a capacidade de uma tecnologia em eliminar os agentes patogénicos contidos nos resíduos como os vírus, fungos, protozoários e bactérias.

2) Destruição dos resíduos perfuro-cortantes (RPC). Sabe-se que nos laboratórios de análises clínicas usam-se agulhas que são consideradas um material perfuro-cortante. Este tipo de material, se for descartado de forma inadequada e acidentalmente perfurar a pele, pode transmitir agentes biológicos e causar problemas de saúde pública. Por isso a escolha de uma tecnologia que elimine por completo este tipo de resíduo é considerada relevante.

3) Eliminação do risco químico (ERQ). A escolha deste subcritério deve-se ao facto de que em muitas atividades laboratoriais são utilizados muitos produtos químicos que, ao serem descartados no meio ambiente, podem degradar ou contaminar o solo. Por isso, utilizar tecnologia que possa eliminar com segurança os resíduos químicos e evitar a contaminação ambiental é relevante na seleção do cenário mais adequado.

Relativamente ao **critério económico** foram escolhidos dois subcritérios:

1) Custo de aquisição (CA). Sendo STP um país com pouco recursos e que depende de ajuda externa, há necessidade de escolha de uma tecnologia cujo investimento para a aquisição possa ser suportado pelas entidades competentes ou financiadores externos. Neste sentido este subcritério preocupa-se com o valor monetário necessário que deve ser investido para a aquisição e implementação da tecnologia de tratamento.

2) Custo de manutenção (CM). A manutenção do funcionamento adequado de qualquer tecnologia deve ser assegurada, para garantir um bom desempenho. Assim este

subcritério busca a continuidade funcional do sistema através da manutenção periódica dos equipamentos por especialistas na área, evitando assim constrangimentos e possíveis cortes na operação do sistema.

Já para o **critério social** adotaram-se dois subcritérios:

1) Geração de emprego (GE). Este subcritério relaciona-se com o cenário que possa produzir novos postos de trabalho. Isto representa uma mais valia para a sociedade pois geração de emprego auxilia a parcela da população que se encontra desempregada.

2) Riscos no trabalho (RT). Este subcritério é importante porque dá relevância ao ambiente de trabalho oferecido ao trabalhador. Portanto é importante a escolha de um cenário que apresente menor risco de trabalho ao trabalhador ou que forneça Equipamentos de Proteção Individual (EPI) por se tratarem de atividades insalubres, pois a utilização destes equipamentos evitam a contaminação e problemas a sua saúde.

Tendo por base os critérios e subcritérios atrás referidos foi construída a estrutura hierárquica representada na Figura 5.17: no topo está o objetivo definido para a análise hierárquica, que é a escolha da melhor forma de gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas; no nível seguinte encontram-se os 3 critérios principais (ambiental, económico e social); no nível abaixo dispõe-se os subcritérios, distribuídos de acordo com cada um dos critérios principais a que dizem respeito; por fim, na parte inferior da figura, encontram-se as três alternativas, a primeira que tem como foco autoclavagem, a segunda com foco na incineração e a terceira que consiste numa central de tratamento dedicada.

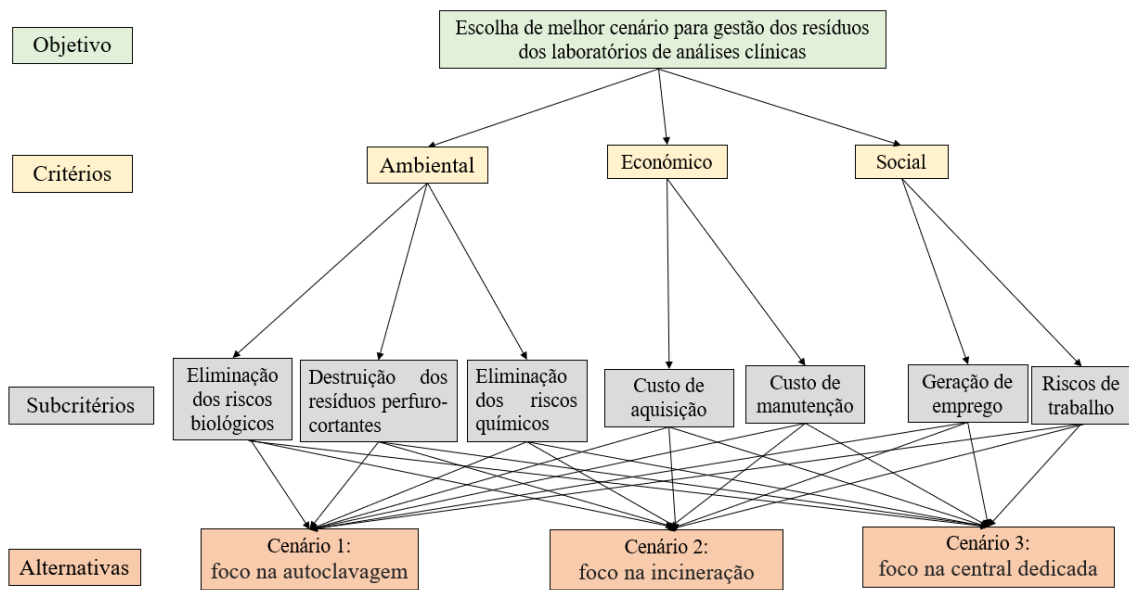


Figura 5.17: Estrutura hierárquica geral do Método AHP deste estudo.

5.5.3. Hierarquização pelos especialistas dos cenários de gestão de resíduos dos laboratórios de análises clínicas

Nesta secção serão analisados os cálculos das prioridades com base nas comparações entre os pares com o auxílio do AHP de acordo com dos dados fornecidos pelos especialistas. No entanto, foi necessário fazer correções em algumas matrizes do AHP devido as inconsistências de alguns dados apresentados pelos especialistas. No trabalho de Saaty (1987), o índice de consistência mais aceitável é um valor abaixo de 10%, assim sendo a primeira escolha seria “correção conservadora” na qual se obteria um índice de consistência abaixo de 10%, porém, neste trabalho optou-se por fazer “correções mínimas” onde se obtém matriz com índice de consistência abaixo de 20%. Para se obter as “correções mínimas” não é necessário alterar muito as matrizes, o que é considerado uma vantagem. Porém, para as “correções conservadoras” há uma necessidade de manipular mais os dados de forma a obter um índice de consistência menor do que 10%. Segundo o artigo publicado por Wedley (1993) é considerado aceitável matriz com consistência de 20%, no que até o Saaty, autor do AHP concorda. Por outro lado, Ho et al. (2005) também aplicam matrizes com índice de consistência de 20%. Na justificativa esses autores dizem que baixar os valores para 10 ou 15 % só se justifica se o especialista selecionado for um perito de renome na área. Assim sendo escolheu-se as correções mínimas pela sua aceitação pela comunidade científica.

Prioridades dos critérios

Para a priorização dos critérios, de acordo com a tabela 5.7, é possível verificar que o critério ambiental é preferível tanto pelo especialista social quanto pelo especialista económico nos seus julgamentos, com pesos muito próximos (74,4% e 69,2%) respetivamente. As questões ambientais estão em foco na discussão dos governos em todo o mundo, o que pode explicar a preferência desses especialistas por este critério. Entretanto, nesta questão o especialista com perfil ambiental apresentou um julgamento diferente, onde o critério mais importante é o social, apesar de ter atribuído um peso de 48% no seu julgamento. Era de se esperar que este especialista por ter um perfil ambiental escolhesse o critério ambiental como mais preferível, mas não é o que se observa nos resultados.

Tabela 5.7: Prioridades dos critérios em relação ao objetivo na perspetiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
Crítérios	Ambiental	Económico	Social	Peso das prioridades	Classificação
Ambiental	1	5	7	0,744	1º
Económico	0,2	1	0,5	0,105	3º
Social	0,142	2	1	0,149	2º
Especialista com perfil Ambiental					
Crítérios	Ambiental	Económico	Social	Peso das prioridades	Classificação
Ambiental	1	3	1	0,405	2º
Económico	0,333	1	0,2	0,113	3º
Social	1	5	1	0,480	1º
Especialista com perfil Económico					
Crítérios	Ambiental	Económico	Social	Peso das prioridades	Classificação
Ambiental	1	5	5	0,692	1º
Económico	0,2	1	4	0,219	2º
Social	0,2	0,25	1	0,087	3º

Prioridades dos subcritérios

Em seguida serão analisados os resultados dos subcritérios. Para os subcritérios ambientais o especialista com perfil social considera que: a eliminação dos riscos biológicos, a destruição dos resíduos perfuro-cortantes e a eliminação do risco químico têm o mesmo peso, assim sendo, não se conseguiu priorizar nenhum desses subcritérios de acordo com o julgamento deste especialista. No entanto, o especialista com perfil

ambiental considera que a destruição dos resíduos perfuro-cortantes preferível quando se trata de questões ambientais. Já o especialista económico considera preferível a eliminação dos riscos biológicos e atribuiu um peso de 78,2%. Aqui além de ter especialista que não optou por nenhum dos subcritérios com preferível os outros optaram por subcritérios diferentes um do outro (Tabela 5.8).

Tabela 5.8: Prioridades dos subcritérios ambientais, na perspetiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
Subcritério Ambiental	ERB	RPC	ERQ	Peso das prioridades	Classificação
ERB	1	1	1	0,333	
RPC	1	1	1	0,333	
ERQ	1	1	1	0,333	
Especialista com perfil Ambiental					
Subcritério Ambiental	ERB	RPC	ERQ	Peso das prioridades	Classificação
ERB	1	1	1	0,318	2º
RPC	1	1	3	0,459	1º
ERQ	1	0,333	1	0,221	3º
Especialista com perfil Económico					
Subcritério Ambiental	ERB	RPC	ERQ	Peso das prioridades	Classificação
ERB	1	4	4	0,782	1º
RPC	0,25	1	4	0,155	2º
ERQ	0,25	0,25	1	0,061	3º

Para os subcritérios económicos os especialistas (social e económico) consideram o custo de manutenção dos equipamentos como mais preferível em relação ao custo de aquisição (Tabela 5.9). No entanto os resultados do especialista com perfil ambiental nos mostram que ele deu mesmo peso a esses subcritérios, não colocando prioridade neles. É importante salientar que STP é um país que não tem quadros formados na área de manutenção de equipamentos hospitalares para tratamento de resíduos, ficando dependente de mão de obra externa, o que agrega custos adicionais.

Tabela 5.9: Prioridades dos subcritérios económicos, na perspetiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social				
Subcritério Económico	CA	CM	Peso das prioridades	Classificação
CA	1	0,333	0,250	2º
CM	3	1	0,749	1º
Especialista com perfil Ambiental				

Subcritério Económico	CA	CM	Peso das prioridades	Classificação
CA	1	1	0,5	
CM	1	1	0,5	
Especialista com perfil Económico				
Subcritério Económico	CA	CM	Peso das prioridades	Classificação
CA	1	0,2	0,166	2º
CM	5	1	0,833	1º

Já para os subcritérios sociais os três especialistas foram unânimes nos seus julgamentos, onde consideram que o risco de trabalho é mais preferível em relação a geração de novos empregos, quando se trata de questões sociais (Tabela 5.10). Ou seja, consideram mais importante dar atenção aos riscos de trabalho. Ainda nesta questão, podemos constatar que os especialistas (social e ambiental) atribuíram o mesmo valor (74,9%) ao subcritério mais preferível.

Tabela 5.10: Prioridades dos subcritérios sociais, na perspetiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social				
Subcritério Social	GE	RT	Peso das prioridades	Classificação
GE	1	0,333	0,250	2º
RT	3	1	0,749	1º
Especialista com perfil Ambiental				
Subcritério Social	GE	RT	Peso das prioridades	Classificação
GE	1	0,333	0,250	2º
RT	3	1	0,749	1º
Especialista com perfil Económico				
Subcritério Social	GE	RT	Peso das prioridades	Classificação
GE	1	0,5	0,333	2º
RT	2	1	0,666	1º

Prioridades das alternativas em relação aos subcritérios

Os resultados apresentados de seguida mostram as análises dos resultados das prioridades das alternativas (foco na incineração, foco na autoclavagem e foco na central dedicada) em relação aos subcritérios já mencionados.

O especialista social considera a central dedicada como a alternativa mais preferível quando se trata da eliminação dos riscos biológicos contidos nos resíduos hospitalares já, o especialista ambiental deu mais importância a autoclave e, o especialista económico preferiu a incineração. Percebe-se que as três alternativas para a eliminação dos riscos biológicos foram consideradas pelos especialistas nos seus julgamentos, entretanto com prioridades diferentes. Os pesos atribuídos podem ser observados na Tabela 5.11.

Tabela 5.11: Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “eliminação do risco biológico”, na perspetiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
ERB	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,25	0,142	0,068	3º
2-incineração	4	1	0,142	0,172	2º
3-central	7	7	1	0,759	1º
Especialista com perfil Ambiental					
ERB	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	5	2	0,541	1º
2-incineração	0,2	1	0,142	0,076	3º
3-central	0,5	7	1	0,381	2º
Especialista com perfil Económico					
ERB	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,2	0,25	0,087	3º
2-incineração	5	1	5	0,692	1º
3-central	4	0,2	1	0,219	2º

Em relação a destruição dos resíduos perfuro-cortantes o especialista social considera preferível a central dedicada. No entanto, os especialistas (ambiental e económico) consideram mais preferível a incineração, seguidamente da central dedicada e por fim como menos preferível a autoclave (Tabela 5.12). De acordo com as informações deste estudo, em STP a incineradora é usada principalmente para a destruição dos resíduos perfuro-cortantes, embora a desintegração não seja completa. Em outros países essa tecnologia de tratamento de resíduos também é muito utilizada para este fim. Assim pode-se justificar as preferências destes especialistas pela incineradora como a mais importante. Por outro lado, a escolha da central dedicada faz sentido uma vez que nesta central contará com uma incineradora.

Tabela 5.12: Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “eliminação do perfuro-cortante”, na perspectiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
RPC	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,25	0,142	0,068	3°
2-incineração	4	1	0,142	0,172	2°
3-central	7	7	1	0,759	1°
Especialista com perfil Ambiental					
RPC	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,333	0,333	0,130	3°
2-incineração	3	1	4	0,622	1°
3-central	3	0,25	1	0,246	2°
Especialista com perfil Económico					
RPC	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,2	0,25	0,087	3°
2-incineração	5	1	5	0,692	1°
3-central	4	0,2	1	0,219	2°

Para a eliminação dos resíduos químicos o especialista social também considera como mais preferível a central dedicada, enquanto que os especialistas ambiental e económico atribuíram mais importância a incineração, com valores relativamente semelhantes (Tabela 5.13). A incineração faz o tratamento dos resíduos químicos sólidos, entretanto, os resíduos químicos líquidos necessitam de outro tipo de tratamento. Consequentemente, esta alternativa por si só não é a mais adequada para tratar todos os tipos de resíduos químicos apesar de ser a mais preferível no julgamento de dois especialistas.

Tabela 5.13: Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “eliminação dos resíduos químicos”, na perspectiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
ERQ	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,333	0,142	0,075	3°
2-incineração	3	1	0,142	0,157	2°

3-central	7	7	1	0,7669	1°
Especialista com perfil Ambiental					
ERQ	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,2	0,25	0,087	3°
2-incineração	5	1	5	0,692	1°
3-central	4	0,2	1	0,219	2°
Especialista com perfil Económico					
ERQ	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,2	0,2	0,082	3°
2-incineração	5	1	4	0,656	1°
3-central	5	0,25	1	0,260	2°

De acordo com os resultados, o especialista com perfil social e ambiental consideram a central dedicada como a mais preferível quando se trata do custo de aquisição. Estes especialistas além de considerarem a mesma opção, atribuíram o mesmo valor de 70% (Tabela 5.14). Já o especialista económico considera a autoclave como a mais preferível, já que tem o custo mais baixo, seguidamente da incineração e por fim como menos preferível a central dedicada. É importante ressaltar que a construção de uma central dedicada tem custos mais elevados, mesmo assim foi a que teve mais relevância para dois especialistas.

Tabela 5.14: Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “custo de aquisição”, na perspetiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
CA	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	3	5	0,097	3°
2-incineração	0,333	1	5	0,202	2°
3-central	0,2	0,2	1	0,700	1°
Especialista com perfil Ambiental					
CA	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	3	5	0,202	2°
2-incineração	0,333	1	5	0,097	3°
3-central	0,2	0,2	1	0,700	1°
Especialista com perfil Económico					
CA	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	4	5	0,656	1°
2-incineração	0,25	1	5	0,260	2°
3-central	0,2	0,2	1	0,082	3°

A manutenção dos equipamentos é uma prática que deve ser adotada para garantir o bom funcionamento dos mesmos além de aumentar a sua vida útil. Para o custo de manutenção, o especialista social considera mais preferível a manutenção da central dedicada. Os especialistas ambiental e económico priorizaram a autoclave, mas as sequências subsequentes foram diferentes para esses mesmos especialistas (Tabela 5.15). É importante dizer que antes da implementação deste inquérito fez-se uma pesquisa dos preços das alternativas no sentido de ajudar os especialistas na tomada de decisão. As informações contidas no anexo V dão conta que o custo de manutenção de autoclave é mais baixo com relação a incineradora e uma central dedicada. Justificando assim a preferência do especialista ambiental e económico.

Tabela 5.15: Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “custo manutenção”, na perspectiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
CM	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	3	5	0,202	2°
2-incineração	0,333	1	5	0,097	3°
3-central	0,2	0,2	1	0,700	1°
Especialista com perfil Ambiental					
CM	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	3	3	0,575	1°
2-incineração	0,333	1	4	0,120	3°
3-central	0,333	0,25	1	0,304	2°
Especialista com perfil Económico					
CM	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	5	7	0,714	1°
2-incineração	0,2	1	5	0,218	2°
3-central	0,142	0,2	1	0,066	3°

Para a geração de novos empregos, a central dedicada foi a alternativa mais preferível para o especialista com perfil social e ambiental (tabela 5.16). A central por ser um lugar que irá atender a várias necessidades no que concerne a gestão dos resíduos, irá gerar maior número de emprego. Por outro lado, a incineração foi considerada como a mais preferível no julgamento do especialista económico. Tanto a central como a incineração deverão gerar novos empregos, porém em escalas diferentes. A autoclave é

um equipamento que não é de difícil manuseio, basta um treinamento do técnico que trabalha na área, assim sendo, esta tecnologia não gera novos postos de trabalho por isso, foi a menos preferida por dois especialistas ficando em terceiro lugar.

Tabela 5.16: Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “geração de emprego”, na perspectiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
GE	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,25	0,142	0,068	3°
2-incineração	4	1	0,142	0,172	2°
3-central	7	7	1	0,759	1°
Especialista com perfil Ambiental					
GE	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	3	0,2	0,202	2°
2-incineração	0,333	1	0,2	0,097	3°
3-central	5	5	1	0,700	1°
Especialista com perfil Económico					
GE	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,2	0,2	0,082	3°
2-incineração	5	1	4	0,656	1°
3-central	5	0,25	1	0,260	2°

De acordo com o julgamento dos especialistas social e ambiental a autoclave é alternativa mais preferível quando se trata do risco de trabalho, em seguida a central dedicada e por fim a incineração como a menos preferível (Tabela 5.17). Entretanto, observou-se que o julgamento do especialista com perfil económico foi diferente, onde o mesmo priorizou a incineração. De acordo com os dados da literatura, todas as pessoas que trabalham com os resíduos hospitalares estão expostos a perigos, assim sendo, todas as alternativas de tratamento proposta apresentam determinado tipo de risco. Por isso, há necessidade de treinamento dos que trabalham na área e manutenção periódica dos equipamentos para evitar ou minimizar esses riscos.

Tabela 5.17: Prioridades das alternativas em relação ao subcritério “risco de trabalho”, na perspectiva dos especialistas.

Especialista com perfil Social					
RT	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	3	2	0,499	1º
2-incineração	0,333	1	0,166	0,104	3º
3-central	0,5	6	1	0,396	2º
Especialista com perfil Ambiental					
RT	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	7	4	0,672	1º
2-incineração	0,142	1	0,142	0,060	3º
3-central	0,25	7	1	0,266	2º
Especialista com perfil Económico					
RT	1-autoclave	2-incineração	3-central	Peso das prioridades	Classificação
1-autoclave	1	0,2	0,2	0,082	3º
2-incineração	5	1	4	0,656	1º
3-central	5	0,25	1	0,260	2º

Prioridades das alternativas

Após os cálculos da prioridade dos critérios e das alternativas foi necessário o cálculo das prioridades finais (anexo VIII). Assim foi possível estabelecer a lista das alternativas ordenadas pela sua prioridade de acordo com o julgamento e a preferência do especialista.

Para a classificação final das alternativas segundo o julgamento do especialista social, a central dedicada é a mais preferível aparecendo com grande vantagem em relação as outras alternativas com um valor de (71,4%) ficando a incineração na segunda posição em terceiro lugar a autoclave. Os resultados da Tabela 5.18 mostram que o valor dado a incineração não se distancia muito da autoclave. Para este especialista no seu julgamento é preferível uma alternativa que responde as exigências de uma gestão segura de todos os tipos de resíduos hospitalares independentemente dos seus custos financeiros.

De acordo com o julgamento feito pelo especialista ambiental a alternativa mais preferível é aquela com o foco na autoclave. Este especialista considera um cenário que não responde a todas as necessidades para uma gestão adequada de todos os tipos de resíduos hospitalares, mas que na prática pode ser implementada.

Por fim, o foco na incineração foi o cenário mais preferível para a gestão dos resíduos hospitalares para o especialista económico. Por se tratar de um especialista com perfil económico, esperava-se que escolheria aquela que apresentaria custo menor. Entretanto optou por uma alternativa que não é a mais cara em termos financeiros e nem mais barata.

De acordo com os resultados obtidos através do AHP, a hierarquização dos cenários obedeceu sequências diferentes de acordo com a opinião de cada especialista. Estes resultados são extremamente importantes porque nos mostram que os julgamentos dos especialistas variam de acordo com o seu perfil e com a importância que dão a determinado cenário para a gestão dos resíduos hospitalares.

Tabela 5.18: Hierarquização final das alternativas.

Especialista com perfil Social		
Alternativas	Peso final das prioridades	Classificação Final
1-autoclave	0,130	3°
2-incineração	0,155	2°
3-central	0,714	1°
Especialista com perfil Ambiental		
Alternativas	Peso final das prioridades	Classificação Final
1-autoclave	0,413	1°
2-incineração	0,233	3°
3-central	0,352	2°
Especialista com perfil Económico		
Alternativas	Peso final das prioridades	Classificação Final
1-autoclave	0,222	2°
2-incineração	0,585	1°
3-central	0,192	3°

6. CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta os primeiros dados relativos a resíduos de laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe. As estimativas apontam para cerca de 124 t/ano de resíduos (em 2022), sendo a importância da perigosidade destes resíduos, e não tanto das quantidades.

Várias questões críticas na gestão de resíduos clínicos foram identificadas, como a necessidade de expandir a segregação na fonte para incluir não apenas objetos perfuro-cortantes, mas também outros resíduos perigosos. O risco biológico deve ser neutralizado com desinfecção/esterilização na fonte em todos os laboratórios (não 50%, como na situação atual)

Outro problema identificado é que 43% dos laboratórios não possuem espaços dedicados ao armazenamento temporário dos resíduos. Os resíduos são assim colocados fora do laboratório enquanto aguardam a recolha (em alguns casos durante uma semana) e podem ser adulterados por pessoas que passam (incluindo crianças) ou por animais; a coleta pela câmara distrital é irregular, agravando a probabilidade de exposição. Além disso, em 93% dos laboratórios, o pessoal que transporta e coleta os resíduos não possui treinamento específico.

O destino final dos resíduos hospitalares não perfuro-cortantes é outro ponto crítico na gestão dos resíduos hospitalares, pois 71% dos laboratórios descartam seus resíduos não perfuro-cortantes nas lixeiras distritais ou regional, juntamente com os resíduos domésticos. Como as lixeiras não são cercadas, qualquer pessoa pode entrar em contato com o lixo por acidente, sem saber de sua perigosidade biológica e química. Na lixeira, os resíduos hospitalares também podem libertar substâncias químicas ou lixiviados infecciosos que contaminam o solo e as camadas freáticas. Noutros casos, os resíduos hospitalares não perfuro-cortantes são enterrados ou queimados em fossas no solo junto às instalações (29%), o que pode resultar na produção de fumos tóxicos, combustão incompleta ou eventual exposição da população a estes resíduos no futuro.

A incineradora de São Tomé embora esteja em bom estado de funcionamento encontra-se parada devido a falta de recursos financeiros.

De acordo com os resultados obtidos, a maior parte dos resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas de STP é manuseada e eliminada de forma inadequada. Esses resíduos são importantes, não pela quantidade gerada, mas pelo seu potencial risco de afetar a saúde humana e o meio ambiente. STP é apenas um estudo de caso. Os problemas identificados neste trabalho provavelmente estarão presentes em outros países

menos desenvolvidos, onde há falta de recolha regular e infraestruturas para tratamento e descarte de resíduos.

Dado o relevante contributo dos laboratórios de análises clínicas para a promoção da saúde, é necessário abordar as questões aqui identificadas para que se possa reduzir os impactes ambientais e sociais negativos dos resíduos hospitalares no contexto dos países menos desenvolvidos.

Entre os critérios propostos, o critério ambiental teve maior impacto em termos de preferência, uma vez que foi colocado no primeiro lugar no julgamento de dois especialistas, no entanto, para o especialista com perfil social todos os subcritérios ambientais apresentam o mesmo nível de importância.

Todos os especialistas consideram o risco de trabalho como um factor muito importante quando se trata de gestão de resíduos hospitalares e, priorizaram a autoclave como a tecnologia que aparenta menor risco de trabalho e menor custo de manutenção, pois o custo de manutenção se mostrou bastante relevante no julgamento da maioria dos especialistas.

A incineração foi a mais preferível como tecnologia de tratamento dos resíduos perfuro-cortantes e, a central dedicada como a alternativa que produz emprego segundo os julgamentos da maioria dos especialistas.

Os três cenários propostos para gestão dos resíduos hospitalares em São Tomé foram considerados pelos especialistas embora com prioridades diferentes. Assim sendo, de acordo com o julgamento dos especialistas, todos os cenários apresentam algum tipo de vantagem, ou seja, podem ser implementados. Entretanto, a escolha do cenário dependerá do valor financeiro disponível pela entidade financiadora.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho de investigação foi possível fazer uma campanha de sensibilização sobre a gestão dos resíduos hospitalares para os alunos do curso de Licenciatura em Análises Clínicas do Instituto Superior de Ciências da Saúde Victor Sá-Machado de São Tomé.

De acordo com os dados obtidos percebeu-se que um dos problemas na gestão dos resíduos hospitalares em São Tomé e Príncipe encontra-se na primeira etapa, que é a segregação, por isso, há necessidade de fazer um levantamento de dados e cálculos que mostram como a segregação dos resíduos na fonte pode tornar sustentável o sistema gestão dos resíduos e ajudar na economia do país assim sendo, um tema para ser desenvolvido futuramente teria como título “Contributo da gestão sustentável dos resíduos hospitalares para a economia de São Tomé e Príncipe”.

Tendo em conta que não foi possível fazer a separação dos resíduos perigosos dos não perigosos uma vez que no momento da recolha dos dados o mundo vivia a pandemia e as suas restrições, neste sentido, faz-se necessário uma investigação com o tema “Quantidades de resíduos perigosos e não perigosos produzidos nos laboratórios de análises clínicas de São Tomé e Príncipe”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanyie, S. K., Amuah, E. E. Y., Douli, N. B., Amadu, C. C., & Bayorbor, M. (2021). Healthcare waste management in the Tamale Central Hospital, northern Ghana. An assessment before the emergence of the COVID-19 pandemic in Ghana. *Environmental Challenges*, 5, 100320. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100320>.
- Abreu, D. (1997). Sem ela, nada feito: uma abordagem da importância da educação ambiental na implantação do ISO 14001. <http://allchemy.iq.usp.br/estruturando/novidade/livro-txt/livro29.html>
- Agbere, S., Melila, M., Dorkenoo, A., Kpemissi, M., Ouro-Sama, K., Tanouayi, G., & Gnandi, K. (2021). State of the art of the management of medical and biological laboratory solid wastes in Togo. *Heliyon*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06197>
- Agenda 21 Global. [Responsabilidade Socioambiental. https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html](https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html)
- Andrade, S. A. (2001). Educação Ambiental - curso básico à distância Unidade I – considerações gerais sobre a problemática ambiental. Ministério do Meio Ambiente, 2ª edição ampliada, Brasília.
- Andreoli, C. V., Andreoli, F. N., Trindade, T. V., & Hoppen, C. (2012). Resíduos sólidos: Origem, Classificação E Soluções para Destinação Final Adequada. <https://www.agrinho.com.br/site/wp>.
- Ansari, M., Ehrampoush, M. H., Farzadkia, M., & Ahmadi, E. (2019). Dynamic assessment of economic and environmental performance index and generation, composition, environmental and human health risks of hospital solid waste in developing countries; A state of the art of review. *Environment International* 123, 105073. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105073>
- Batista, B. F., Rodrigues, D., Moreira, E., & Silva, F (2019). Técnicas de recolha de dados em investigação: inquirir por questionário e/ou inquirir por entrevista?. In P. Sá., A. Pedro. Costa & A. Moreira. (Eds.), *Reflexões em torno de recolha de dados. Metodologias de Investigação* (pp.37-51). Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/30772>.

- Buratto, W. G., Siegloch, A., Amarante, J., Muniz, R., Costa, V., Ribeiro, C., Besinella, G., & Gueri, M. (2017). Análise técnica e económica da tecnologia de pirólise lenta de resíduos de saúde para geração de eletricidade em Lages-SC. *Latin American Journal of Energy Research*, 4(1), 10–16. <https://doi.org/10.21712/lajer.2017.v4.n1.p10-16>.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da Investigação – Guia para Auto-aprendizagem*. (2ed). Universidade Aberta. <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/5963>.
- CGD. (2014). São Tomé e Príncipe oportunidades e potencial de desenvolvimento: internacionalização das economias. https://www.uccla.pt/sites/default/files/06_-_estudo_sao_tome_e_principe_-_elaborado_pela_cgd.pdf.
- Chen, C., Chen, J., Fang, R., Ye, F., Yang, Z., Wang, Z., Shi, F., & Tan, W. (2021). What medical waste management system may cope With COVID-19 pandemic: Lessons from Wuhan. *Resources, conservation, and recycling*, 170, 105600. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105600>.
- Chen, Y., Liu, L., Feng, Q., & Chen, G. (2012). Key issues study on the operation management of medical waste incineration disposal facilities. *Procedia Environmental Sciences*, 16, 208-213. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.10.029>.
- Convenção de Bamako. Relativo a interdição da importação de lixos perigosos para a África e ao controlo de movimentação transfronteiriça e à gestão desse lixo em África. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://au.int/sites/default/files/treaties/7774-treaty-0015_-_bamako_convention_on_hazardous_wastes_p.pdf](https://au.int/sites/default/files/treaties/7774-treaty-0015_-_bamako_convention_on_hazardous_wastes_p.pdf)
- Costa, V. M., & Batista, N. J. C. (2016). Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde: uma revisão integrativa. *Revista Saúde em Foco*, 3(1), 124-145.
- Cotrim, O. S., Slob, E., & Deffune, E. (2012). Importância da segregação de materiais no gerenciamento de lixo hospitalar na área de hemoterapia. *Caderno Saúde e Desenvolvimento*, (1), 1,59-73. <https://www.cadernosuninter.com/index.php/saude-e-desenvolvimento/article/view/264>
- Dalfovo, M. S., Lana, R. A., & Silveira, A. (2008). Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, 2(3), 1–13.

<https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/rica/article/view/17591>.

- Das, A. K., Islam, M. N., Billah, M. M., & Sarker, A. (2021). COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy—A mini-review. *Science of the Total Environment*, 778, 146220.
- Dave, P. N., & Joshi, A. K. (2010). Plasma pyrolysis and gasification of plastics waste—a review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 69,177-179. <https://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/7375>.
- Decreto-Lei n.º 36/1999. Publicado no Diário da República n.º 12 em 30 de novembro. Lei sobre os Resíduos. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/sao23426.pdf>.
- Decreto-Lei n.º 8/2003. Boletim da República de 18 de fevereiro. I série número 7. Aprova o regulamento sobre a gestão de lixos biomédicos <https://archive.gazettes.africa/archive/mz/2003/mz-government-gazette-series-i-supplement-no-2-dated-2003-02-18-no-7.pdf>.
- Decreto-Lei n.º 83/2014. Boletim da República de 31 de dezembro. I série número 105. Estabelece as regras a gestão dos resíduos perigosos. <https://sibmoz.gov.mz/content/uploads/2022/01/Aprova-o-Regulamento-sobre-Gestao-de-Residuos-perigosos-e-os-respectivos-anexos.pdf>
- Decreto-Lei n.º 56/2015. Boletim Oficial 17 de outubro. I série número 62. Estabelece o regime geral aplicável à aprovação, produção e gestão de resíduos e aprova o regime jurídico de licenciamento e conceção das operações de gestão de resíduos. <https://www.eris.cv/index.php/documentos?task=download.send&id=246&catid=51&m=0>
- Decreto-Lei nº 102-D/2020, de 10 de dezembro. Aprova o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, transpondo as Diretivas (UE) [2018/849](#), [2018/850](#), [2018/851](#) e [2018/852](#). <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/102-d-2020-150908012>.
- Decreto Presidencial nº 190/2012, de 24 de agosto. Regulamento sobre a gestão de resíduos. https://anr.gov.ao/Uploads/Instrumentos/Decreto_Presidencial%20190%2012%20de%2024%20de%20Agosto%20Regulamento%20sobre%20Gestao%20de%20Residuos.pdf.

- Decreto Presidencial nº 160/2014 de julho. Aprova o Regulamento sobre a Gestão de Resíduos Hospitalares e de Serviços de Saúde. - Revoga toda a legislação que contrarie o disposto no presente Diploma. <https://lex.ao/docs/presidente-da-republica/2014/decreto-presidencial-n-o-160-14-de-18-de-junho/>
- Decisão 2014/955/UE. Decisão da Comissão, de 18 de dezembro. Altera a Decisão 2000/532/CE relativa à lista de resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho Texto relevante para efeitos do
do
EEE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32014D0955>
- Deepak, A., Sharma, V., & Kumar, D. (2022). Life cycle assessment of biomedical waste management for reduced environmental impacts. *Journal of Cleaner Production*, 349, 131376.
- Dehghani, M. H., Ahrami, H. D., Nabizadeh, R., Heidarinejad, Z., & Zarei, A. (2019). Medical waste generation and management in medical clinics in South of Iran. *MethodsX*, 6, 727–733. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.03.029>.
- Despacho n.º 242/96, de 13 de agosto. II Serie, nº 187. Diário da República. Estabelece normas de organização e gestão global dos resíduos hospitalares. https://iasaude.pt/UPS/legislacao/242_96.pdf
- Dharmaraj, S., Ashokkumar, V., Pandiyan, R., Munawaroh, H. S. H., Chew, K. W., Chen, W. H., & Ngamcharussrivichai, C. (2021). Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes. *Chemosphere*, 275, 130092.
- Directiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de novembro, relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição) (reformulação). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj>
- Erdogan, A. A., & Yilmazoglu, M. Z. (2021). Plasma gasification of the medical waste. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(57), 29108–29125. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.12.069>.
- Eren, E., & Rıfat Tuzkaya, U. (2021). Safe distance-based vehicle routing problem: Medical waste collection case study in COVID-19 pandemic. *Computers & industrial engineering*, 157, 107328. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107328>.
- Ferreira, J. A. (1995). Resíduos Sólidos e Lixo Hospitalar: Uma Discussão Ética. *Caderno de Saúde Pública*, 11(2), 314-320. <https://www.scielo.br/j/csp/a/dKXd7cqYdL3nDn3DxSMcnmH/>.

- Gomes, A. R., Cruz, J. F., & Cabanelas, S. (2009). Estresse ocupacional em profissionais de saúde: um estudo com enfermeiros portugueses. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25, 307-318. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722009000300004>.
- Goswami, M., Goswami, P. J., Nautiyal, S., & Prakash, S. (2021). Challenges and actions to the environmental management of Bio-Medical Waste during COVID-19 pandemic in India. *Heliyon*, 7(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06313>.
- Hamadan, N., Sapri, M., Mohammed, A. H., Awang, M., Rahman, M. S. A., Rosli, N. W., & Lah, N. M. I. N. (2012). The Implementation of Clinical Waste Handling in Hospital Sultanah Aminah Johor Bahru (HSAJB). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 802–807. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.202>.
- Hantoko, D., Li, X., Pariatamby, A., Yoshikawa, K., Horttanainen, M., & Yan, M. (2021). Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *Journal of Environmental Management*, 286, 112140. [10.1016/j.jenvman.2021.112140](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112140).
- He, Z., Li, Q., & Fang, J. (2016). The Solutions and Recommendations for Logistics Problems in the Collection of Medical Waste in China. *Procedia Environmental Sciences*, 31, 447–456. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.099>.
- Ho, D., Newell, G., & Walker, A. (2005). The importance of property-specific attributes in assessing CBD office building quality. *Journal of Property Investment & Finance*, 23(5), 424-444. <https://doi.org/10.1108/14635780510616025>
- Hopwood. B., Mellor, M., & O'Brien, G. (2005). Sustainable Development: Mapping Different Approaches. *Sustainable Development*, 13, 38-52. [10.1002/sd.244](https://doi.org/10.1002/sd.244)
- Ilyas, S., Srivastava, R. R., & Kim, H. (2020). Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. *Science of the Total Environment*, 749, 141652. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141652>.
- INES. (2023). Instituto Nacional de Estatística de São Tomé e Príncipe (INESTP) (2023). Documentação/ Informações Estatísticas/ Demográficas. <http://www.ine.st>.
- Jardim, I. C. S. F., Andrade, J. A., & Queiroz, S. C. N. (2009). Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs. *Química Nova*, 32,(4), 996-1012. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000400031>.
- Kronemberger, D. M. P. (2019). Indicadores de sustentabilidade: Os desafios da construção dos indicadores ODS globais. *Ciência e Cultura*, 71(1),40-45. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100012>.

- Leal, G. C. G; Farias, M. S. S; Araujo, A. F. (2008). O Processo de Industrialização e Seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. Brasil. *Qualitas*, 7(1), 1677-4280. 10.18391/QUALITAS.V7I1.128.
- Lei n.º 10/1999. Lei de Base do Ambiente, São Tomé. <https://arleciosoares13.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/10/lei-n-10-99-lei-base-do-ambiente.pdf>
- Lei n.º 4/2018. Diário da República em fevereiro de 2019. Lei de Bases do Sistema Educativo. <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/113411/142194/F1378424649/L%204%2018.pdf>.
- Lele, S. (2013). Rethinking Sustainable Development. *Current History*. 331-333. https://www.researchgate.net/publication/258312697_Rethinking_Sustainable_Development.
- Lamers, M. M., & Haagmans, B. L. (2022). SARS-CoV-2 pathogenesis. *Nature reviews microbiology*, 20(5), 270-284. <https://www.nature.com/articles/s41579-022-00713-0>.
- Lemma, H., Asefa, L., Gemed, T., & Dhengesu, D. (2022). Infectious medical waste management during the COVID-19 pandemic in public hospitals of West Guji zone, southern Ethiopia. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 15, 101037.
- Li, C., Yang, L., Liu, X., Yang, Y., Qin, L., Li, D., & Liu, G. (2021). Bridging the Energy Benefit and POPs Emission Risk from Waste Incineration. *Innovation*, 2(1). <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100075>.
- Lima, L (2015). Os Impactos Ambientais no Entorno da Nascente do Rio Piranhas em Bonito de Santa Fé-PB. <http://www.cfp.ufcg.edu.br/geo/monografias/LUANNA%20DE%20SOUSA%20LIMA.pdf>.
- Madre Deus, D. J. D. S. (2021). Políticas e legislação ambiental em São Tomé e Príncipe. [Trabalho de Final de Curso, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira]. [Repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/2631](https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/2631).
- Mendes, M.D. (2019). Resíduos sólidos de serviços de saúde: estudo de caso em três hospitais da Guiné-Bissau. [Monografia, Universidade Federal da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira]. <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/2945>.

- MIERNA. (2018). Ministério das Infra-Estruturas, Recursos Naturais e Ambiente. Estudos de impacto ambiental e social relatório final. Estudos de Viabilidade, Estudos de Engenharia e Estudos de Impacte Ambiental e Social. Estrada Nacional EN1 – São Tomé – Guadalupe –Neves (27km). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/335691546002352089/pdf/EIAS-Rev05-PT-ANEXOS.pdf>.
- MOPIRINA. (2019). Ministério das Obras Publicas, Infraestruturas, Recursos Naturais e Ambiente. Projeto de Desenvolvimento do Setor de Transportes e Proteção Costeira. Quadro de Gestão Ambiental e Social Relatório Final. <https://financas.gov.st/phocadownload/Planeamento/publicacao/Plano%20Nacional%20de%20Desenvolvimento%20Sustentavel%20-%20STP%20-%202020-2024.pdf>.
- Mucelin, C. A., & Bellini, M. (2008). Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza, Uberlândia*, 20, (1) p.111-124. <https://www.scielo.br/j/sn/a/q3QftHsxztCjbWxKmGBcmSy/?format=pdf&lang=pt>.
- Mota, S. M., Magalhães, C. S., Pordeus, I. A., & Moreira, A. N. M. (2004). Impactos dos resíduos de serviços de saúde sobre o homem e o meio ambiente. *Arquivo Odontológico Belo Horizonte* 40(2), 11-206. <https://www.odonto.ufmg.br>.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Mohammadkashi, N., Naderloo, L., Abbasi, M., & Chau, K. wing. (2022). Principal of environmental life cycle assessment for medical waste during COVID-19 outbreak to support sustainable development goals. *Science of the Total Environment*, 827. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154416>.
- Nogueira, F &., Gomes, N. (2016). Evitando a poluição do Rio Piancó em Pombal. *Informativo Técnico do Semiárido*, 10,(1),38-49. <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA>.
- OBSERVADOR. (2023). Agência Lusa. Surto da dengue em São Tomé e Príncipe regista um óbito e cerca de 800 casos. <https://observador.pt/2022/07/01/surto-da-dengue-em-sao-tome-e-principe-regista-um-obito-e-cerca-de-800-casos/>.
- ODS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. <https://ods.pt/ods/>
- ODM. Objetivos de Desenvolvimento do Milénio. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.instituto-camos.pt/images/cooperacao/objectivos_desenvolv_milenio.pdf

- Oli, A. N., Ekejindu, C. C., Adje, D. U., Ezeobi, I., Ejiofor, O. S., Ibeh, C. C., & Ubajaka, C. F. (2016). Healthcare waste management in selected government and private hospitals in Southeast Nigeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(1), 84-89. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.09.019>.
- Omar, D., Nazli, S. N., Subramaniam, A., & Karuppanan, L. (2012). Clinical waste management in district hospitals of Tumpat, Batu Pahat and Taiping. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 68, 134-145. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.213>.
- Oroei, M., Momeni, M., Palenik, C. J., Danaei, M., & Askarian, M. (2014). A qualitative study of the causes of improper segregation of infectious waste at Nemazee Hospital, Shiraz, Iran. *Journal of infection and public health*, 7(3), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2014.01.005>.
- Pan, X., Yan, J., & Xie, Z. (2013). Detoxifying PCDD/Fs and heavy metals in fly ash from medical waste incinerators with a DC double arc plasma torch. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 25(7), 1362–1367. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60196-X](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60196-X).
- Penatti, F. E., & Guimarães, S. T. L. (2011). Avaliação dos riscos e problemas ambientais causados pela disposição incorreta de resíduos de laboratórios. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 15, (1), 43-52. <https://doi.org/10.5902/223649947376>.
- PNGIRSU. (2018). Ministério das Infraestruturas, Recursos Naturais e Ambiente Atualização do Plano Nacional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos 2018-2023. [tps://www.researchgate.net/profile/Joao-Vaz-6/publication/339686887_Plano_de_Gestao_de_Residuos_-_2018_-_REPUBLICA_DEMOCRATICA_DE_SAO_TOME_E_PRINCIPE/links/5e5fa89ca6fdccbeba1a1c99/Plano-de-Gestao-de-Residuos-2018-REPUBLICA-DEMOCRATICA-DE-SAO-TOME-E-PRINCIPE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joao-Vaz-6/publication/339686887_Plano_de_Gestao_de_Residuos_-_2018_-_REPUBLICA_DEMOCRATICA_DE_SAO_TOME_E_PRINCIPE/links/5e5fa89ca6fdccbeba1a1c99/Plano-de-Gestao-de-Residuos-2018-REPUBLICA-DEMOCRATICA-DE-SAO-TOME-E-PRINCIPE.pdf).
- Qasmi, S. A., & Khan, B. A. (2019). Review of biological waste management in research, biomedical, and veterinary laboratories in Karachi, Pakistan. *Journal of Biosafety and Biosecurity*, 1, 100-104. <https://doi.org/10.1016/j.jobb.2019.08.004>.
- Rawal, N. (2022). An Approach for Ranking of Hospitals Based on Waste Management Practices by Analytical Hierarchy Process (AHP) Methodology. *Physical Sciences.*, 92, 671–676. <https://doi.org/10.1007/s40010-021-00760-x>.

- RDC n.º306/200 de 7 de dezembro de 2004. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Dispões sobre Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html
- RDC n.º 222/2018, de 28 de março de 2018. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf
- RDC n.º 358/2005, de 29 de abril de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CNAME). Dispões sobre tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.plataformarss.com.br/imagens/banco/grupo_pdf_COD-5051226780_arquivo.pdf.
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9, (3-5), 161-176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).
- Saxena, P., Pradhan, I. P., & Kumar, D. (2022). Redefining bio medical waste management during COVID-19 in India: a way forward. *Materials Today: Proceedings*, 60, 849-858. [10.1016/j.matpr.2021.09.507](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.507).
- Sousa, M F; Baptista, A B; Queiroz, R U C; Santana, M D F; Dias, F R (2015). Diversidade microbiana em alguns materiais do lixo hospitalar de um hospital público no município de Altamira, sudoeste do Pará, Brasil. *Revista Saúde e Biologia*, (10),3,59-67. <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/1314>.
- TESE. (2010). Associação para o Desenvolvimento Plano de Acção para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos - São Tomé e Príncipe. <https://www.ecogestus.com/pt/pdf/Publica3.pdf>.
- Van Fan, Y., Jiang, P., Hemzal, M., & Klemeš, J. J. (2021). An update of COVID-19 influence on waste management. *Science of the Total Environment*, 754, 142014.
- Vieira, E. A., & Godoy, M. B. R. B. (2020). Lixo: fato ambiental da modernidade.

- Wedley, W.C. (1993). Consistency prediction for incomplete AHP matrices. *Mathematical and Computer Modelling*, 17, 151-161. [https://doi.org/10.1016/0895-7177\(93\)90183-Y](https://doi.org/10.1016/0895-7177(93)90183-Y)
- Wilhemina, A., Amedumey, P., & Raphael, G. B. H. (2022). Solid waste management in hospitals: A comparative assessment in some selected hospitals in Obuasi Municipality of Ghana. *Cleaner Waste Systems*, 3, 100025.
- World Bank (2023). São Tomé e Príncipe: aspectos gerais. <https://www.worldbank.org/pt/country/saotome/overview>.
- WHO. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*. World Health Organization (2nd ed). <https://www.who.int/publications/i/item/9789241548564>.
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso. Planejamento e métodos*. (2.ed). Bookman. http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/attach/74304716/3-YIN-planejamento_metodologia.pdf.
- Zanon, U. (1990). Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar realidade epidemiológica ou ficção sanitária? *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 23(3), 163-170. <https://doi.org/10.1590/S0037-86821990000300006>.
- Zuffo, A. C. (1998). Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos. [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo]. <https://www.fec.unicamp.br/~zuffo/Parte-01.pdf>.

Web site

<https://www.telanon.info/sociedade/2015/03/12/18825/barricada-sao-tome-esta-a-ser-engolido-pelo-lixo/>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_de_S%C3%A3o_Tom%C3%A9_e_Pr%C3%ADncipe#/media/Ficheiro:Golf_von_Guinea.jpg

https://www.google.com/search?q=mapa+dos+distritos+de+s%C3%A3o+tom%C3%A9&rlz=1C1CHZN_ptPTST945ST945&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjDLW53ZP_AhWLaMAKHTh2BMwQ_AUoAnoECAMQBA&biw=1536&bih=714&dpr=1.25#imgrc=7rmmG8YCZfbqVM

http://viagemastomeprincipe.blogspot.com/2007/05/dois-dias-na-ilha-do-prncipe-2-parte_02.html

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/sao-tome-principe.htm>

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/sao-tome-principe.htm>

ANEXOS

Anexo I: Artigo publicado

Healthcare waste from clinical analysis laboratories in São Tome and Principe – current state and constrains in the framework of least developed countries

Alzira Xavier Garcês Paixão Pereira ^{a,b,d}, Celia Dias Ferreira ^{c,d,e}

^(a) Direction of Livestock, Ministry of Agriculture Fisheries and Rural Development

^(b) Department of Natural Life and Environmental Sciences, Faculty of Sciences and Technologies, University of São Tomé and Príncipe (alziragarces-21@hotmail.com)

^(c) Department of Sciences and Technology (DCeT), Universidade Aberta, Portugal
(celia.ferreira@uab.pt)

^(d) CERNAS – Research Center for Natural Resources, Environment and Society,
Escola Superior Agrária de Coimbra, IPC, Portugal

^(e) CEG – Centro de Estudos Globais, Universidade Aberta, Lisboa, Portugal

Abstract

Laboratories of clinical analysis are essential to the diagnosis of many diseases but also generate waste that is a potential risk to humans and the environment, especially in the context of least developed countries with structural impediments. The main objective of the work was to assess the current state of waste management from clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe (STP) and to propose suggestions to increase environmental and social sustainability.

Data was collected by interviews between March and April 2022. Waste from clinical analysis laboratories reaches 123.7 t/year (0.35% of waste in the country). Critical issues are: pre-treatment to prevent biological contamination is carried out in 50% of the laboratories; at 93% of the sites, the staff does not have proper training; 43% of the laboratories do not have a dedicated space for storing the waste; 79% of the laboratories only segregate sharp-objects, 14% segregate also infectious waste and 7% have no source-segregation. Sharp waste is incinerated, while other waste is dumped or buried (93% of laboratories) or is burned in pits on the ground (7%).

Most of the waste produced in clinical analysis laboratories in STP is disposed and treated in an inappropriate manner, likely resulting in soil, water and air pollution that impact on human health. Critical issues that have been identified at STP are likely found also in other least developed countries and need addressing in the path towards sustainable development goals.

Keywords: hazardous waste; sustainability, dumpsites, waste incineration

1. INTRODUCTION

Worldwide, 5.2 million people, including 4 million children, die each year from diseases originating from unmanaged healthcare waste (Nie et al., 2014). Healthcare waste is generated from the treatment, diagnosis and vaccination of human beings and animals at medical and veterinary facilities, research centres on health and clinical analysis laboratories (Yoon et al., 2022). It is estimated that 15% of all healthcare waste is hazardous (WHO, 2023). The hazardousness can be of biological nature (due to the presence of active biological agents), physical nature (due to sharp objects) or chemical nature (due to the presence of reagents and other hazardous chemical substances). Management of such wastes requires specific attention in storage, discarding, collection, transport, treatment, and disposal, to prevent water, soil and air pollution and health risks to humans and other living beings.

Laboratories of clinical analysis, while being essential for healthcare and for the diagnosis of many diseases (such as tuberculosis, HIV, malaria, and others) also generate healthcare waste that is a potential risk to humans and to the environment. The recent COVID-19 pandemic added to the problem, by increasing generation of waste due to more testing (WHO, 2020).

In least developed countries (LDC) there is a lack of financial resources and infrastructures for waste management. Waste littering and burning in ground pits are widely spread practices and at least 75% of the population does not have access to regular municipal collection service (Fernández-Braña & Dias-Ferreira, 2023), being unknown how the specific waste stream from clinical analysis laboratories is currently being managed.

The main objective of this work is to assess the current state of management of waste from clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe, as an example of an LDC. It is also an objective to identify suitable measures that can be introduced, based on the current state, to reduce the environmental and social negative impact of wastes from clinical analysis laboratories in LDC, targeting UN2030 sustainable development goals.

2. Methodology

2.1 Methodological approach

A case study approach is used in this work. Management of waste from clinical analysis laboratories in the LDC of São Tome and Príncipe will be examined to understand the dynamics of waste generation, sorting, collection, treatment, and disposal and to identify the critical issues that need addressing to increase sustainability. Even

though the results cannot be generalized to all LDC, some of the findings can, to a certain degree, be representative and valid in other LDC.

2.2 Case study

The Democratic Republic of São Tomé and Príncipe (STP) is an archipelago located in the Gulf of Guinea, West Africa, comprising two islands: São Tome Island and Príncipe Island. The total area is 1001 km² and the population is 223 107 (World Bank, 2023).

STP is currently classified as a LDC (least developed country) and basic obstacles to a well-functioning waste management system have been previously highlighted by Vaz et al (2015) in particular: waste vehicles are imported to São Tomé and require expensive and considerable maintenance; waste containers and bins are scarce; and economic and political leadership are both unwilling to take risks and to make unpopular decisions. Donor countries and agencies (European Union, Agencia Espanola de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Instituto Camões, etc.) have been supporting waste management since 2005, with limited success. Most districts fail to collect waste, and collection covers only between 10% and 30% of the population.

2.3 Data collection

A survey was carried out encompassing all laboratories that were in operation early 2022 at São Tomé and Príncipe. The survey was designed following the guidelines by Carmo & Ferreira (2008), without carrying out a pre-test. It comprised 22 questions grouped in 3 sections. The first section of the survey gathered information about the laboratory, namely size, average number of users and number and type of analysis carried out per day. The second section of the survey focused on clinical waste generation and disposal practices. Questions in this section included the daily amounts of waste generated, types of waste, sorting and collection practices and final destination of waste. The third section of the survey targeted the perception of the staff about the practices of waste management in clinical analysis laboratories. The section comprised 2 open-ended questions on the main problems of clinical waste management and suggestions for improvement. The survey took place in March-April 2022 and each interview took approximately 30 minutes. Raw data collected was transferred to a spreadsheet (MS Excel ® 2010) and submitted to descriptive analysis and further analysis.

An interview was also carried out to the person in charge of the Healthcare waste managing center of São Tomé. The goal of the interview was to achieve a deeper understanding of the incineration of healthcare waste in São Tomé and Príncipe, namely the amounts and origin of incinerated waste and available equipment. The interview took approximately 1h30m and was supported by a previously elaborated script, comprising both open and closed questions.

2.4 Waste classification into hazardous and non-hazardous

Classification as hazardous or non-hazardous wastes was based on the following considerations:

- **Biological samples** (such as saliva, urine, blood, feces) may contain viable pathogenic microorganisms or their toxins, in high concentrations, which cause disease. For this reason, such wastes are potentially infectious and constitute a significant risk for humans in particular, and for other living beings, being classified as hazardous. Items that have been in direct contact with biological samples can also be infectious and were also considered hazardous.
- **Sharp objects** (example: syringe's needles) were considered hazardous because they can perforate the skin.
- **Chemical reagents** are hazardous due to their potentially toxicity, corrosivity, ignitibility, explosivity, carcinogenic, irritability or because of their mutagenic (which may cause a permanent change in the amount or structure of the genetic material in a cell) or sensitizing properties. **The first level of packaging of such chemicals** might also exhibit the same properties, and therefore were considered hazardous as well.
- **Personal protection equipment (PPE)** worn by staff are considered hazardous because they might have come into contact with potentially infectious biological material or hazardous chemical material.
- **Packaging of personal protective equipment and 1st level packaging of sampling materials** that did not come in contact with biological samples or chemical hazardous materials were not considered hazardous. Also not hazardous are **secondary and tertiary packaging** materials that have not been in contact with chemical products or biological material.

3. Results

3.1 Characterization of clinical analysis laboratories in São Tome and Principe

There are 14 clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe, roughly equivalent to 1 laboratory for 16 000 inhabitants. One laboratory is dedicated to veterinary analysis and the remaining 13 to human analysis. The laboratories range from 2 national-level (stand-alone) public laboratories, 2 laboratories associated with public hospitals, 7 smaller laboratories located in local health centers (public) to 3 laboratories in private health clinics (table 1). 79% of the laboratories are public entities and the remaining 21% are private.

Table 1: Types of clinical analysis laboratories in operation in São Tome and Principe in 2022

Type of laboratory	Number of laboratories
Public national-level laboratories	2
Laboratories in public hospitals	2
Laboratories in local health center (public)	7
Laboratory in a private health clinic	3
TOTAL	14

Each laboratory attends between 10 and 120 patients per day and carries out between 10 and 700 analytical tests per day. The average analysis per patient is 3,8, ranging 1 - 10 analysis/patient.

Clinical tests vary from laboratory to laboratory and range from direct observation of samples under a microscope, biochemical tests (triglycerides, hemogram, blood type, haemoglobin, urea, uric acid, etc), to more complex microbiological tests to detect tuberculosis through cell-culture or molecular test for COVID-19 Polymerase Chain Reaction (PCR), which are carried out in 2 laboratories only. 12 out of the 14 laboratories carry out serological exams to detect HIV, Malaria and COVID-19.

3.2 Regulations and practices in STP

In 2017 a Training Manual on the Management of Hospital Waste (Saraiva, 2017) was prepared by an external consultant at the request of the Directorate-General for the

Environment of São Tomé and Príncipe, with the aim of providing training on of hospital waste management for the staff working in this area. This manual refers that sharp waste must be disposed of separately, at the place of its generation, immediately after use. Other than this document, there is no specific law for healthcare waste. There are some general national laws that can be applied to healthcare waste, such as Law number 10/1999 (Framework Law on the Environment), of 15 April 1999 and Law number 37/99 (Regulation on the assessment of environmental impacts). Additionally, with the COVID-19 pandemic, an Infection Control and Waste Management Plan was created for São Tomé and Príncipe in 2020, which emphasizes that waste must be separated at the source. These documents aim at the implementation of measures to ensure adequate environmental protection related to healthcare waste.

3.3 Management of healthcare waste from clinical analysis laboratories

Management of healthcare waste from clinical analysis laboratories was systematized into 7 stages (figure 1): The first four stages occur within the laboratory's facility and comprise: waste generation (stage 1), source segregation (stage 2), pre-treatment (stage 3); removal and discarding (stage 4). The remaining stages occur outside the laboratory and comprise collection and transport (stage 5), treatment (stage 6) and elimination (stage 7).

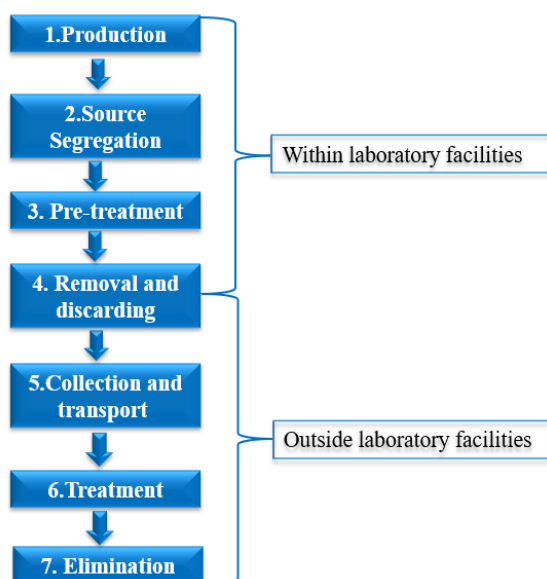


Figure 1: Stages in the management of healthcare waste from laboratories of clinical analysis

The following sections describe each stage in STP’s laboratories.

3.3.1 Waste generation (stage 1)

This is the first stage of clinical waste management. Relevant issues within this stage are: (i) types of waste and its hazardousness (ii) amounts generated.

(i) Types and hazardousness of waste

Healthcare waste generated in clinical analysis laboratories can be divided into two main groups according to the place of origin: wastes generated during the collection of the biological sample from the patient (sampling stage); and, wastes generated during sample processing at the laboratory (analytical stage). Some types of wastes can occur at both stages. Table 2 lists waste items that have been identified in the current works in each category, divided into hazardous and non-hazardous. Classification between hazardous and non-hazardous followed the guidelines laid out in the methodology section.

Table 2: Waste items generated at clinical laboratories during the sampling stage and the analytical stage

Sampling stage	Analytical stage	At both stages (sampling + analytical)
<p>Hazardous</p> <ul style="list-style-type: none"> • Syringes • needles • needle’s cover tips • cotton used to stop bleeding after blood sampling <p>Non-hazardous</p> <ul style="list-style-type: none"> • syringe’s individual plastic packaging 	<p>Hazardous</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tubes containing biological samples (saliva, blood, urine, faeces) • Disposable pipette plastic tips • Nasal and oral swabs (e.g., COVID testing), • cell-culture dishes • PCR kits • Diagnose test cartridges • Containers of chemical reagents (1st level packaging) <p>Non-hazardous</p> <ul style="list-style-type: none"> • Outside (2nd level) packaging of chemical reagents used in the analytical procedures (without direct contact with the chemicals) 	<p>Hazardous</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disposable respiratory surgical mask (used) • Head cover (used) • Shoe cover (used) • Disposable gowns/aprons (used) • Disposable gloves (used) <p>Non-hazardous</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paper box of disposable gloves • Individual wrapping (paper/plastic) of disposable gloves

Based on the survey results, all clinical laboratories in Sao Tomé and Príncipe produce both hazardous and non-hazardous healthcare waste. Figure 2 systematizes the types of waste produced in clinic analysis laboratories and their hazardousness.

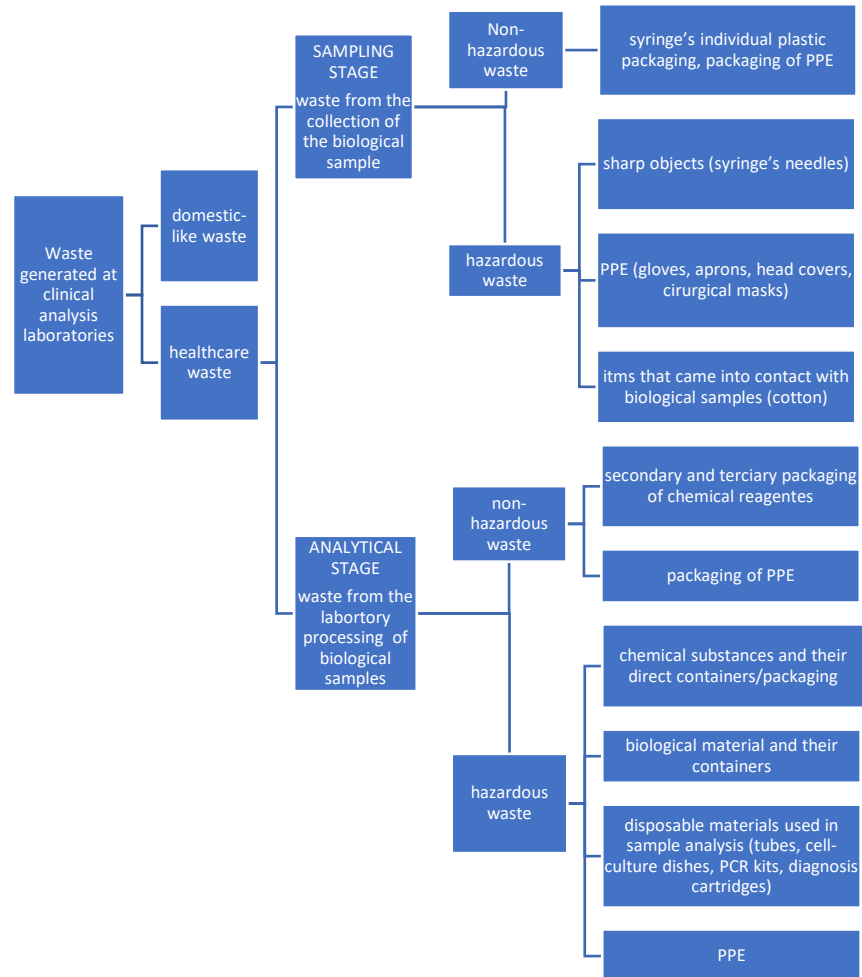


Figure 2: Identification and classification of waste produced in laboratories of clinical analysis.

(ii) amounts of waste generated

Daily waste generation at individual analysis laboratories surveyed varied between 2 and 100 kg/day with 9 out of 14 laboratories (64%) producing 10 kg or less per day (figure 3a).

The waste per analysis varied between 20 and 1429 g, with 2 of the laboratories presenting comparatively high amounts, over 1000 g of waste/analysis (figure 3b).

This high variability in waste/analysis might be related to the type of analysis carried out. PCR and cell culture-based analysis require more materials and therefore

likely generate more waste. The amount of clinical waste generated by facility therefore depends on the number of analysis as well as on the type of analysis carried out.

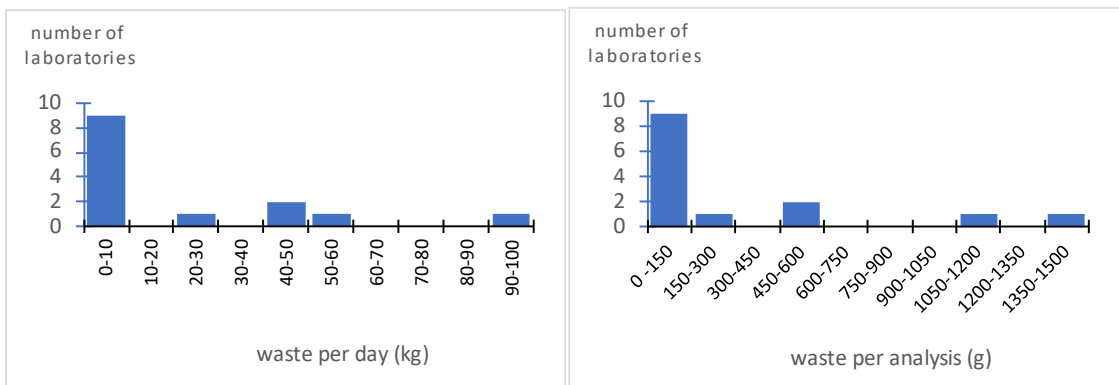


Figure 3: frequency distributions of healthcare waste produced within clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe: (a) amount per day (left); and (b) amount per analysis (on the right).

Considering the amount of waste produced per day at each laboratory, a total daily production of 339 kg/day of healthcare waste from clinical analysis laboratories was estimated for São Tomé and Príncipe, equivalent to 123,7 t/year. This represents a production of clinical waste of 0,562 kg/inhabitant/day.

The estimated production of total waste in the country in 2022 is 30 984 t/year (TESE, 2018), so healthcare waste by clinical analysis laboratories represents 0,4% of total waste in the country. This value is in line with previous findings in other countries (Mota et al., 2004) that refer that healthcare waste (clinical laboratories, but also all other activities related to healthcare, such as hospital, medical offices, clinics, etc.) represents approximately 1% of all generated waste.

3.3.2 Source segregation (Stage 2)

Results obtained show that in STP practice to segregate sharp objects (such as needles) and placing these wastes in specific containers (figure 4), is generalised, with only one out of the 14 laboratories failing to achieve this. This practice is aligned with the training Manual on the Management of Hospital Waste, introduced in 2017 (Saraiva, 2017).

Segregation of sharp objects prevents work injuries and injuries outside the laboratory to those who might come into contact with the waste and is especially relevant

since these items are in contact with potentially infectious biological samples and can easily perforate the skin, increasing the risk of transmission of infectious diseases such as HIV and hepatitis B and C (Agbere et al., 2021).

In addition to sharp objects, there is other hazardous healthcare waste that is also generated at clinical analysis laboratories, as shown in figure 2 and table 2. Opposite to what happens with sharp objects, separation of these other hazardous waste from non-hazardous waste is not a common practice in the STP's laboratories. To better understand the level of separation within the laboratories, we propose a classification system with 4 levels: (i) no separation, (ii) basic separation, (iii) intermediate separation and (iv) advanced separation. The attributes of each level are described in table 3.

Table 3: Classification of the level of waste separation at analytical laboratories

ZERO LEVEL (no separation)	BASIC LEVEL (Separation of sharp objects only)	INTERMEDIATE LEVEL	ADVANCED LEVEL
There is only one waste stream: ○ Mixed waste (all waste, including hazardous waste)	There are two waste streams: ○ Sharp objects ○ All other waste	There are three waste streams: ○ Sharp waste ○ Biological risk waste ○ mixed waste (comprises healthcare and domestic-like waste).	There are four waste streams: ○ Sharp waste ○ Biological risk waste ○ Chemical risk waste ○ Non-hazardous waste (healthcare and domestic-like waste).

Classification of laboratories in STP according to the source segregation practices showed that 79% of the laboratories in STP are at the Basic Level, 14% are at Intermediate Level, 7% are at Zero Level and there are no laboratories classified at the Advanced Level. Ideally, all laboratories should separate hazardous from non-hazardous waste, because when hazardous waste is mixed with non-hazardous waste, all of it becomes hazardous and recycling of non-hazardous packaging waste is no longer possible. Not segregating hazardous wastes also means that laboratories will have higher amounts of hazardous waste to deal with.



Figure 4 Segregation of sharp objects. The arrow indicates where the sharp objects are placed.

3.3.3 Pre-treatment (Stage 3)

Pre-treatment of clinical waste before collection to eliminate biological risk is carried out on 50% of the laboratories by either disinfection (5 laboratories) or autoclaving (2 laboratories). Disinfection is achieved with a solution of sodium hypochlorite (bleach), which has a low cost and is widely available, making it a widespread chemical disinfectant. Autoclave, on the other hand, uses pressure and heat (vapor) to deactivate biological organisms, thus sterilizing samples. The higher acquisition cost of autoclave and the instability of electric energy supply in São Tome and Principe (as well as in other LCD) likely explain why autoclaving is available only at 2 of the laboratories. The results also show that 50% of the laboratories do not eliminate biological risk before discarding the wastes.

3.3.4 Removal and discarding (Stage 4)

This stage comprises the removal of waste produced at multiple locations within the facility and discarding of this waste. Critical issues during this stage include:

- staff safety during removal due to the risk of exposure to infectious or chemical material contained in the waste and possible work injuries caused by sharp objects.

- ensuring proper containment of waste while waste awaits collection.

According to Moreschi et al. (2014) staff capacitation for waste management procedures and use of personal protection equipment (PPE) is highly recommended to minimise risks at healthcare facilities.

In the laboratories included in the study, waste is either temporarily stored within the facilities (figure 5) or removed from the facilities and:

- (v) discarded into the common waste container (the same used by the population for household waste) and collected by the municipality.
- (vi) taken to incinerator.
- (vii) taken to municipal dumpsites.
- (viii) directly eliminated (refer to section 3.3.7).

Discarding potentially infectious and hazardous substances in the street containers, sometimes for over a week, in general-use bags or containers, being accessible to people passing-by and to animals; during this period tear and wear of the bags by physical elements (such as rain, or wind) or by people and animals can occur. In addition to the risk of direct contact to hazardous substances, there is also the potential of contamination of soil and groundwater by leaching of hazardous substances from the waste bags and containers.



Figure 5: Garbage room with waste in bags and bins awaiting collection.

3.3.5. Collection and transport (Stage 5)

As explained previously, there might be 1, 2 or 3 flows of healthcare waste, according to the laboratory: (i) sharp healthcare waste (ii) biological risk waste after autoclaving; and (iii) mixed waste (including healthcare and domestic-like waste). Collection and transport is described individually for each waste flux.

Collection and transport of sharp healthcare waste

There is not a set schedule for the collection of sharp objects. This operation occurs only when reaching a certain number of filled boxes, which might take a long time in districts with few patients.

Since 2009, and for some years, there was external funding that supported the collection and transport of sharp objects from the laboratories to the incinerator. The operation was at that time under the responsibility of the healthcare waste management center of São Tome (CGRSS). When the external funding started to decrease, collection also decreased and currently only the sharp objects from central hospital (Dr^o Ayres de Menezes) are being collected by the Healthcare waste management center of São Tomé, using trained staff and properly equipped vehicles. Transport from the remaining laboratories is carried out by the laboratories own staff without any specific training to handle healthcare waste, namely cleaning personal, stretcher bearers or gardeners, and using general use vehicles that are not adapted to the transport of hazardous waste. This study did not assess if workers use PPE.

Collection and transport of biological risk waste

In the 2 laboratories where biological risk waste is autoclaved, after sterilization the waste is temporarily stored within the facility and then transported to the dumpsite by the laboratory's staff.

Collection and transport of mixed healthcare waste

Collection of mixed waste from the laboratories is carried out by the municipality. Collection takes place on a weekly basis in 64% of the laboratories, twice a week (one laboratory), three times per week (3 laboratories) and daily (one laboratory), as shown in figure 6.

The low collection frequency in most of the laboratories is due to the lack of vehicles or shortage of petrol. The consequences have already been referred in the previous section and are increased exposure of the general public to hazardous healthcare waste and the possibility of environmental contamination due leachate originating from waste.

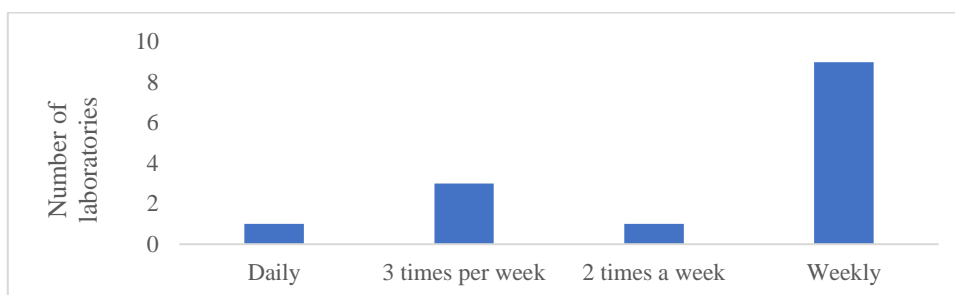


Figure 6: Frequency of collection of mixed healthcare waste from the clinical analysis laboratories

3.3.6. Treatment (stage 6)

Healthcare waste from clinical analysis laboratories goes directly to elimination without any prior sorting, processing, or treatment.

3.3.7 Elimination (stage 7)

The final stage in healthcare waste management is elimination. Elimination depends on the type of waste flux and the laboratory and can be either incineration, discarding in a municipal dump site, *in situ* burning in an open pit in the ground, or *in situ* disposal in a hole dig in the ground.

Most sharp healthcare waste from clinical analysis laboratories is source segregated and is transported to healthcare waste management facilities and incinerated (93% of the labs, figure 7); for the one laboratory which does not source segregate sharp objects, this waste is mixed with other wastes and taken to the municipal dumpsite.

Non-sharp waste healthcare waste from clinical analysis laboratories are sent to municipal dumpsites (in 70% of laboratories), buried underground in the vicinity of the laboratory (21%) or burnt *in situ* (7%), as shown in figure 7.

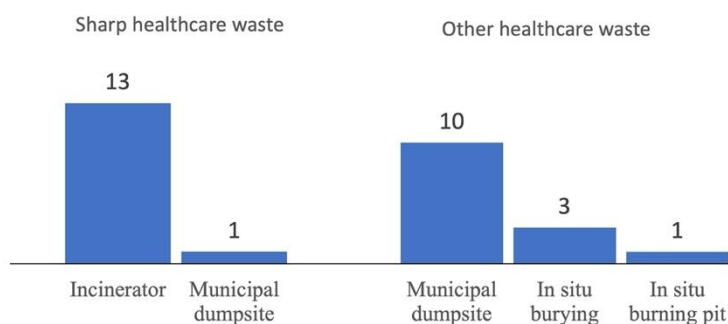


Figure 7: Elimination of healthcare waste in the 14 laboratories in São Tomé and Príncipe.

Incineration

There are two incinerators for healthcare waste in São Tomé and Príncipe. One is in the capital (São Tomé) and has a loading capacity of 240 kg (figure 8). The other is in the Island of Príncipe and has a loading capacity of 30 kg.

The incinerators were provided by foreign donors and initially it was anticipated that these equipments would be able to handle all healthcare waste produced in the country. However, on arrival it was seen that the capacity was not enough to incinerate all healthcare waste, so it was decided by the entity responsible for this incinerator (The CGRSS) to incinerate sharp objects and placentas, only.

With the purpose of extending the life cycle of the equipment, the entity in charge of the incinerator decided to perform only 1 incineration cycle per day and limit the working load to 210 kg. Each incineration cycle takes between 4 to 5 hours and requires electricity supply, petrol (1000 L), water (for cooling and for off-gas treatment system (500 L) and caustic soda for off-gas cleaning (12 kg). The output of the incineration is 25 kg of bottom ash, which are stored underground within the facilities (it was not possible to find additional details about this disposal operation). This represents a production of 11,9% of bottom-ash (percentage of the initial waste) and a reduction of 88,1% (in weight) of the waste during the incineration process.

The operational costs of the incinerators are partially supported by external donors. The incinerators receive healthcare waste from the central hospital, public health centres, private clinics, and public and private laboratories of clinical analysis. Public

institutions do not pay for waste incineration and private entities have cooperation agreements. This means that incineration of healthcare waste in STP does not have own fundings and operation relies on external donations. Additionally, at the time of the interview to the manager of CGRSS, it was possible to verify that the incinerator was not in operation on that period due to lack of petrol, to instability in the supply of electricity and to the shortage of water.

All these constrains mean that sometimes healthcare waste is stored for long periods awaiting collection and elimination, both at the point of origin as well as in the incinerator facilities.



Figure 8: Incinerator at CGRSS, São Tomé Island. Top: side view; bottom: front view (photo by A. Pereira, 2023)

Waste dumping and open burning

“Penha” dump is the biggest municipal dumpsite in São Tome Inland, receiving all kinds of wastes from around the island. Waste is discarded not only by the municipality’s employees responsible for waste collection but by other public and private entities and by the general population, as well. There are other smaller dumpsites, such as “Neves” dump, in the north (figure 9) and others in South part of the island.

The waste is discarded in the dumpsite in a disorganized manner, it is not covered at the end of the way, the dumpsite does not have fences, leachate collection systems and biogas collection system are non-existent, and there are not environmental nor safety control measures in place to ensure proper and safe operation.

The waste discarded is burnt almost on a daily basis and there is no control of the combustion fumes, that very often reach nearby communities (figure 10). So there is a huge impact of this waste management operation to the nearby communities, to personnel from the municipality and private entities and population who regularly travel to Penha to discard their waste or who live nearby.

Hazardous materials from healthcare waste discarded at the dumpsite present chemical risk (such as chemicals) or biological risk (from infected material that was not pre-treatment at the source laboratory). At the dumpsite these materials may come into direct contact with the population or can leach to the soil and groundwater.

Because the waste is burnt in an uncontrolled manner, it is not possible to ensure the safe destruction of biological or chemical contaminants. Combustion fumes can contain particles of original unburnt material (that maintain its hazardousness), can contain products of incomplete combustion (PIC) due to oxygen-deprived combustion, or can contain vapors of metallic elements present in the healthcare waste, all of which most likely hazardous if inhaled.

The impact of the dumpsites in STP on the local population has not been assessed by any epidemiological study to the best of the authors' knowledge. Healthcare waste represents less than 1% of total waste, but even so, it contributes to the potential impacts of waste dumping at these sites.



Figure 9: dumping and burning of clinical waste at dumpsite “Lixeira de Neves”, Lembá, São Tomé and Príncipe (photos by I. Andrade, 2022)



Figure 10: Waste burning and air pollution at the Penha dump, on the island of São Tomé (photo by: Sacramento, 2023)

4. Discussion and conclusion

The main problems related to the management of healthcare waste from clinical analysis laboratories that have been identified in the current work are systematized in table 4. The table is organized according to the stage of waste management and puts

forward actions to improve current waste management. Furthermore, the table also identifies the sustainable development goals (SDG) associated to each problem.

Several critical issues in management of clinical waste have been identified, such as the need to expand source segregation to include not only sharp objects but also other hazardous waste. Biological risk should be neutralised using disinfection/sterilisation at the source in all laboratories (not 50%, as in the current situation)

Another identified problem is that 43% of the laboratories do not have dedicated spaces for temporary storing the waste. The waste is therefore placed outside of the laboratory whilst awaiting collection (in some cases over a week) and might be tampered with by people passing by (including children) or by animals; collection by the municipality is irregular, aggravating the risk of exposure. Additionally, at 93% of the laboratories, the staff transporting and collecting the waste does not have specific training.

The final destination of non-sharp clinical waste is another critical point in healthcare waste management, since 71% of the laboratories discard their non-sharp waste at the local or regional dump site, together with residential waste. Because dumpsites are not fenced, anyone can get into contact with the waste by accident, unaware of its biological and chemical hazardousness. At the dumpsite, healthcare waste can also release chemical substances or infectious leachates that contaminate soil and groundwater. In other cases, non-sharp clinical waste is buried or burned in pits on the ground near the facilities (29%), which might result in the production of toxic fumes, incomplete combustion or eventual exposure of the population to this waste in the future.

According to the results obtained, most of the waste produced in clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe is handled and disposed in an inappropriate manner. This waste is important, not because of the amount generated, but due to its potential risk to affect human health and the environment. STP is but one case study. The issues identified in this work are likely to be present in other least developed countries, where there is a lack of regular collection and infrastructures for waste treatment and disposal.

Given the relevant contribution of clinical analysis laboratories for the promotion of health, it is necessary to address the issues here identified so that negative environmental and social impacts from healthcare waste can be reduced in the context of LCD.

Table 4: Problems regarding the management of healthcare waste from clinical analysis laboratories in STP, improvement suggestions and relevant SDG

Stage	Problem	Improvement suggestions	Associated SDG
1. waste generation	<p>339 kg/day (equivalent to 123,7 t/year) of healthcare waste is generated at clinical analysis laboratories.</p> <p>Some of the generated waste is hazardous, due to either physical risk (can perforate the skin), biological risk (is infectious) or chemical risk.</p>	Promote waste reduction measures at the laboratory (chose materials with less packaging, improve stock management to prevent expired products; select products which can be taken back by the supplier to be refilled, among others)	Goal 12.5. Substantially reduce waste generation through prevention, reduction, recycling and reuse.
2. Source segregation	<p>7% of laboratories fail to segregate sharp waste 86% of laboratories fail to separate biological and chemical risk waste</p> <p>100% of laboratories fail to separate chemical risk waste</p>	Implement source-segregation procedures at the laboratory by: acquiring containers with distinctive colours and suitable lids/sealing to properly separate chemical, biological and sharp object waste; training staff; implementing new procedures that ensure proper separation	Goal 3.9. substantially reduce the number of deaths and illnesses from hazardous chemicals, soil air and water contamination and pollution.
3. Pré-Treatment	50% of laboratories do not disinfect nor sterilise biological risk waste	Each laboratory should have an autoclave or means to perform chemical disinfection.	Goal 6.3 improve water quality by reducing pollution, eliminating dumping and minimizing releases of hazardous chemicals and materials, halving the proportion of untreated wastewater, and substantially increasing recycling and safe reuse globally.
4. Removal and discarding	At 43% of laboratories temporary storage of hazardous healthcare waste is inappropriate because: - the waste is accessible to people passing by (including children) and	Construction or assigning a closed space for temporary storing the waste whilst awaiting collection.	Goal 9.a. Facilitate the development of sustainable and resilient infrastructure in developing countries, through increased financial,

	<p>to animals (insects, dogs, rodents, etc) - the waste is placed in general-use plastic bags, which might be torn apart, release content and pollute nearby soil and water.</p>	<p>Ensure proper bags/containers are used for temporary storage.</p> <p>Prevent any leachate being released from the bags/containers from reaching the nearby soil or water.</p>	<p>technological, and technical support to African countries, least developed countries, landlocked developing countries and small island developing States.</p>
5. Collection and transport	<p>In 93% of the laboratories, transport of sharp-objects waste to the incinerator is not done using suitable waste collection vehicles nor trained staff</p> <p>In 64% of the laboratories, the frequency of collection of mixed healthcare waste (hazardous and non-hazardous) is low (weekly); when there is lack of petrol, staff, or vehicles, collection frequency is even lower.</p> <p>In all laboratories, a percentage of hazardous healthcare waste is collected and transported together with residential waste.</p>	<p>Introduce dedicated collection of hazardous healthcare waste</p>	<p>Goal 8.8. Protect labor rights and promote safe and secure working environments for all workers, including migrant workers, in particular migrant women, and people in precarious employment.</p>
6. Treatment	<p>100% of healthcare waste from clinical analysis laboratories goes directly to elimination without any prior sorting, processing, or treatment</p>	<p>it might be possible to sort recyclable materials from the non-hazardous waste fraction.</p> <p>Other additional centralised treatment technologies might be considered (eg: disinfection/sterilization of biological risk waste; neutralization of chemical waste);</p>	<p>Goal 12.5. substantially reduce waste generation through prevention, reduction, recycling and reuse.</p>
7. Elimination	<p>7% of laboratories discards sharp waste in municipal dumpsites</p> <p>71% of laboratories discard non-sharp healthcare waste in municipal dumpsites, where it can come into contact with the population</p>	<p>Provide laboratories with alternatives to eliminate hazardous waste in a safer manner.</p>	<p>Goal 11.6. reduce the per capita negative environmental impact of cities, including by paying special attention to air quality, municipal and other waste management.</p>

	<p>21% of laboratories discard non-sharp healthcare waste by burying it in the ground without any leachate control nor ensuring that the waste will not be dug up again</p> <p>7% of the laboratories eliminate non-sharp healthcare waste by burning it in a pit in the ground; this solution does not prevent toxic fumes from being emitted nor is able to control combustion conditions to a point where full combustion is ensured and biological and chemical risk is eliminated.</p> <p>The capacity of existing incinerators is not enough to incinerate all healthcare waste produced in the country.</p> <p>The incinerators are often out of order due to lack of water, electricity, petrol or caustic soda.</p>		<p>Goal 12.4. achieve environmentally sound management of chemicals and all wastes (...) and significantly reduce their release to air, water and soil, to minimize their negative impacts on human health and the environment.</p> <p>Goal 15.1. ensure the conservation, restoration and sustainable use of terrestrial and inland freshwater ecosystems and their services, in particular forests, wetlands, mountains and arid lands.</p>
ALL stages	<p>Staff at clinical analysis laboratories has doubts on whether wastes sent for incineration will in fact become incinerated</p> <p>Lack of national regulations specific for the management of healthcare waste</p>	<p>Ensure proper environmental awareness and capacitation of professionals working in the clinical analysis laboratories regarding waste management.</p> <p>Publish a national regulation on healthcare waste management and create a team to oversee its implementation</p>	<p>Goal 12.8. ensure that people everywhere have relevant information and awareness for sustainable development and lifestyles in harmony with nature.</p>

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the financial support to CERNAS Research Centre from the Portuguese Fundação para a Ciência e a Tecnologia (UIDB/00681/2020).

4. References

- Agbere, S., Melila, M., Dorkenoo, A., Kpemissi, M., Ouro-Sama, K., Tanouayi, G., Gnandi, K., 2021. State of the art of the management of medical and biological laboratory solid wastes in Togo. *Heliyon*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06197>
- Carmo, H., & Ferreira, M., 2008. Metodologia da Investigação – Guia para Auto-aprendizagem. Lisboa: Universidade Aberta. <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/5963>.
- Fernández-Braña, A., Dias-Ferreira, C., 2023. Evaluating and modelling a decentralised community-based waste collection system in developing São Tomé city. *Sustain. Chem. Pharm*, 31, 100914. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100914>
- Moreschi, C., Rempel, C., Backes, D. S., Carreno I., Siqueira, D. F., Marina, B., 2014. A importância dos resíduos de serviço de saúde para docentes, discentes e egressos da área da saúde. *Rev Gaúch Enferm*, 35(2), 20-26. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-1447.2014.02.43998>.
- Mota, S. M., Magalhães, C.S., Pordeus, I.A., Moreira, A.N.M., 2004. Impactos dos resíduos de serviços de saúde sobre o homem e o meio ambiente. *Arq. Odontol. Bel. Hor*, 40 (2), 11-206. <https://www.odonto.ufmg.br>.
- Nie., L., Qiao, Z., & Wu, H., 2014. Medical Waste Management in China: A Case Study of Xinxiang. *J. Environ. Prot*, 5,(10), 803-810. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=48067>
- Saraiva, M., 2017. Manual de formação sobre a gestão dos resíduos hospitalares. ms.gov.st/wp-content/uploads/2020/08/GEST-ÃO-DOS-RESÍDUOS-HOSPITALARES.pdf (in portuguese)
- TESE., 2010. Plano Nacional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PNGIRSU) 2018-2023. Associação para o desenvolvimento https://www.telanon.info/wpcontent/uploads/2018/04/PNGIRSU_vsPRELIMINAR_Mar2018_Validacao.pdf
- UN, nd. The least developed country category: 2021 Country snapshots. Department of Economic and Social Affairs (accessible at: <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/Snapshots2021.pdf>)

- Vaz, J. M., Ferreira, J. S., Dias-Ferreira, C, 2015. Biowaste separate collection and composting in a Small Island Developing State: The case study of São Tomé and Príncipe, West Africa. *Waste Manag. Res.*, 33(12) 1132-1138. 10.1177/0734242X15611737.
- WHO, 2023. Health-care waste. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
- WHO, 2020. Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance. World Health Organization. <https://www.who.int/publications-detail/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19>
- World Bank, 2022. <https://www.worldbank.org/pt/country/saotome/overview>.
- World Bank, 2023. Sao Tome and Principe. <https://data.worldbank.org/country/sao-tome-and-principe?view=chart>
- Yoon, C.W., Kim, M.J., Park. Y.S., Jeon, T.W., Lee, M.Y., 2022. A Review of Medical Waste Management Systems in the Republic of Korea for Hospital and Medical Waste Generated from the COVID-19 Pandemic. *Sustainability*. 14, 3678. <https://doi.org/10.3390/su14063678>.

Anexo II: Artigo Submetido

Evaluation of alternatives for the treatment of hospital waste by applying the Analytical Hierarchy Process method in the context of Small Island Developing States - São Tomé and Príncipe

Alzira Xavier Garcês Passion Pereira ^{a,b,d}, Celia Dias Ferreira ^{c,d,e}, Nuno Miguel Marques de Sousa ^c

^(the) Direction of Livestock, Ministry of Agriculture Fisheries and Rural Development

^(b) Department of Natural Life and Environmental Sciences, Faculty of Sciences and Technologies, University of São Tomé and Príncipe (alziragarces-21@hotmail.com)

^(c) Department of Sciences and Technology (DCeT), Universidade Aberta, Portugal (celia.ferreira@uab.pt), (nuno.sousa@uab.pt)

^(d) CERNAS – Research Center for Natural Resources, Environment and Society, Higher School of Agriculture of Coimbra, IPC, Portugal

^(e) CEG – Center for Global Studies, Open University, Lisbon, Portugal

Abstract

When poorly managed, hospital waste turns non-infectious waste into infectious waste, and the problems related to these types of waste are not linked to the quantities generated, but rather to their hazardousness to health and the environment. And Small Island Developing States (SIDS), such as São Tomé and Príncipe (STP), have deficiencies in the sustainable management of this type of waste due to socioeconomic and environmental restrictions. The objective of this work was to use the *Analytical Hierarchy Process* (AHP) method to evaluate three scenarios related to the management of waste from clinical analysis laboratories in STP and to choose the alternative that would result in the destruction of hazardous waste based on the judgment of experts. For this purpose, a questionnaire survey consisting of 58 closed questions was prepared and applied to three experts with profiles (social, environmental and economic) in the current year. According to the results, for the social expert, the most preferable scenario is the one focusing on the dedicated plant with a value of (71,4 %), while for the expert with an environmental profile, the most preferable scenario is the one focusing on the autoclave with a weight of (41,3 %) and, finally, for the economist expert, the most preferable alternative is the one focusing on incineration with a weight of 58,5 %. It was concluded that the three proposed scenarios were considered in the experts' judgment, however, the choice of the scenario to be implemented will depend on the financing entity, taking into account the insularity of São Tomé and Príncipe.

Keywords : Waste management, hazardousness, specialist, autoclave, incineration, dedicated center.

1.INTRODUCTION

Waste from clinical analysis laboratories is included in Hospital Waste, as the World Health Organization (WHO) defines Hospital Waste as all waste generated within health

establishments, research centers and laboratories related to medical procedures . This waste is divided into “non-hazardous” or general waste, representing 75-90% and the remaining portion of 10 to 25% is called “hazardous” waste. Hazardous waste in turn is categorized into seven main groups, depending on its characteristics and risk levels, which are: sharps waste, infectious waste, pathological waste, pharmaceutical waste, cytotoxic waste, chemical waste and radioactive waste (Chartier et al., 2014).

The problems related to these types of waste are not related to the quantities generated but rather to their danger to health and the environment. This is the fundamental reason for implementing a hospital waste management system, so that infectious waste can be separated and treated from non-infectious waste. Because once mixed, non-infectious waste becomes infectious (Oroei et al., 2014). The Currently, the most established waste management technologies focus on disinfection, which has generally been classified into three types: thermal, chemical and physical (Dharmaraj et al., 2021). Among the thermal processes, incineration stands out (Dave & Joshi , 2010). Physical disinfection uses an autoclave. Regarding chemical disinfection, the most commonly used products are: Sodium Hypochlorite, Calcium Hypochlorite, Chlorine Dioxide (Dharmaraj et al., 2021). Small Island Developing States (SIDS) have several socioeconomic and environmental constraints and high dependence on developed economies, which have not allowed the necessary mobilization of resources and technologies for the sustainable management of Hospital Waste. The Democratic Republic of São Tomé and Príncipe is a small island state, located in the Gulf of Guinea, composed of two main islands, São Tomé Island and Príncipe Island, and several islets (INESTP, 2023), the sustainable management of Hospital Waste becomes one of the most difficult challenges to implement. Because, on islands, the management of this waste has some disadvantages in practice, such as: small available area, limited accessibility, remoteness and isolation, high dependence on small-scale economic activities with a small variety of local products (Xavier, 2019), labor costs, increased costs with the import of hospital goods, as well as the maintenance of waste treatment equipment. These challenges test the resilience of island systems, much more so than in continental areas (Vera-Cruz, et al., 2017) . Therefore, Cape Verde, is a country on the African continent closest to São Tomé and part of the SIDS, does not yet have a sustainable hospital waste management system.

In 2022, STP had 14 fully operational clinical analysis laboratories, distributed across all districts of the country, with the largest concentration of laboratories located in the district of Água Grande, with a total of 8 laboratories. Regarding waste production in these

laboratories, a recent study carried out by Pereira & Dias-Ferreira (2023a) showed that clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe have a total daily production of 339 kg of waste, equivalent to 123.7 t/year, thus clinical analysis laboratory waste represents 0.4% of the country's total waste. Regarding the management process of this waste, Pereira & Dias-Ferreira (2023a) state that there are flaws in all stages of the management process, ranging from segregation to final disposal. According to these authors, the final destination of sharp objects is incineration, however, non-sharp waste is sent to the Penha landfill and burned in the open air.

Another study published by Pereira & Dias-Ferreira (2023b) concluded that the waste produced in clinical analysis laboratories discarded in the Penha landfill has the potential to cause negative impacts on the health of the population and the environment and recommends that clinical analysis laboratories in STP should adopt strategies so that waste is segregated at source and sustainable alternatives for managing this waste. Therefore, sustainable management of Hospital Waste can provide long-term economic benefits for SIDS governments.

Based on this information, sustainable actions are seen as necessary to change this reality, to adapt waste management, considering that any failure in the first stages of the process can trigger losses in the following stages. In this sense, this work emerged, which aims to use the *Analytic method Hierachy Process* (AHP) to evaluate three scenarios related to the management of waste from clinical analysis laboratories in STP and choose the alternative that would result in the destruction of hazardous waste based on the judgment of experts.

The choice of AHP, a method created by Saaty , It was because it performs hierarchical analysis and models the decision maker's preferences, presenting them in a well-structured way to establish objectives and criteria in a hierarchical form. Therefore, the basis of the AHP method is the fact that the decision maker expresses his/her evaluations verbally, to later convert the verbal value judgments of the criteria into numerical values and to the consecutive normalizations, prioritization of alternatives and sensitivity analysis.

The basis of the hierarchical analysis method is the decomposition and synthesis of the relationships between the criteria until a prioritization of their indicators is reached, where the alternatives and criteria can be both qualitative and quantitative (Saaty, 1987). It is important to emphasize that AHP has expanded due to its applicability in various types of areas and is very useful when the multicriteria decision involves benefits,

opportunities, costs and risks. Among the areas of application of AHP, environmental sciences can be highlighted (Rawal, 2022).

For AHP procedures, Saaty (1987) divides them into distinct phases, the first being the **decomposition** of the problem, which is a hierarchical structure in which the alternatives and criteria are interrelated elements. In this stage, the objective of the analysis, the criteria and subcriteria to be evaluated and the existing alternatives are identified, in order to form the hierarchical structure, with the global objective at the top and the lowest levels representing the criteria and alternatives.

The second phase consists of **Comparative Judgment**, where experts are asked to systematically evaluate the alternatives by comparing them two by two, within each of the criteria, and then constructing a comparison matrix. In this matrix, the expert will represent, based on a predefined scale of values developed by Saaty, also known as Saaty's fundamental table.

Finally, the **synthesis of priorities**, which is the phase of calculating a weight for each alternative based on preferences derived from the comparison matrix. After this, the relative weights are calculated, which Saaty calls the matrix normalization process, where the priority vector is calculated by adding the elements of each line and normalizing the result by dividing each sum by the total of all sums. Thus, the result is the priority vector of the alternatives, that is, their order of importance. This vector will be multiplied by the comparison matrix of the criteria, generating an eigenvector. The eigenvector shows the dominance of each element with respect to the others for a given criterion, and an element that is not subject to a criterion receives the value zero in the eigenvector and is not computed in comparisons (Saaty, 1987). Next, it is necessary to identify the consistency of the matrices, which is the degree of reliability that a set of variables intends to measure. And, judgments are considered consistent when the Consistency Ratio (CR) is $<10\%$ ($CR < 10\%$), (Saaty, 1987).

2.METHODOLOGY

Based on the information obtained in the work of Pereira & Dias-Ferreira (2023a), it was possible to identify the current scenario of waste management from clinical analysis laboratories and design three alternative scenarios for waste management from clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe. Therefore, we will first present the

description of the scenarios, followed by the selected criteria and subcriteria and finally the data collection.

2.1. Description of scenarios for waste management from clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe

2.1.1. Scenario 1: Decentralized autoclaving + low-capacity centralized incineration

In this scenario, laboratories would separate biohazard waste from sharps and puncture waste. All hazardous biohazard waste (which can be autoclaved) would be autoclaved in the laboratory itself; biohazard waste that could not be autoclaved would be subjected to chemical disinfection. After autoclaving or chemical disinfection, the waste would be sent to the existing landfill, together with non-hazardous waste, and discarded there, since it would no longer be contaminated with pathogenic biological agents (Figure 1). On the other hand, sharps and puncture waste would be transported to the country's existing incinerator and incinerated there.

The main objective of this scenario is to eliminate the biological risk present in waste. In practical terms, this involves separating two waste streams (sharps and biohazardous waste) from the remaining waste and implementing autoclaving and disinfection systems in all 14 laboratories. Considering that some of the laboratories already have an autoclave, it would be necessary to purchase 10 autoclaves .

Of the three proposed scenarios, scenario 1 represents the lowest investment, but it has the major disadvantage of ignoring chemical risk waste, which would continue to be sent to the landfill without treatment.

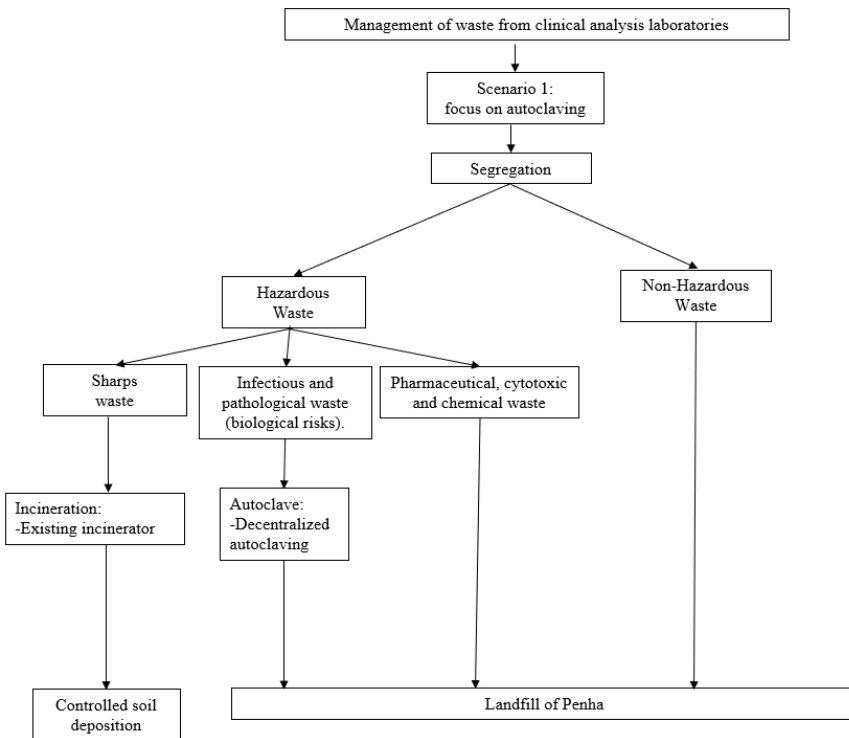


Figure 1: Schematic representation of Scenario 1

2.1.2. Scenario 2: Low and high capacity centralized incineration.

In this scenario, it would also be necessary to separate hazardous waste from non-hazardous waste in laboratories. Sharps would be incinerated in the existing incinerator, and all other hazardous waste would be incinerated in a larger incinerator. It would be necessary to build a site on the ground for the safe disposal of ash and slag resulting from the incineration process. This scenario aims to eliminate solid hospital waste that can be incinerated, but it does not take into account the decontamination of liquid chemical waste or the valuation of waste. In this scenario, it would be necessary to purchase a new incinerator. Figure 2 shows a schematic representation of this scenario.

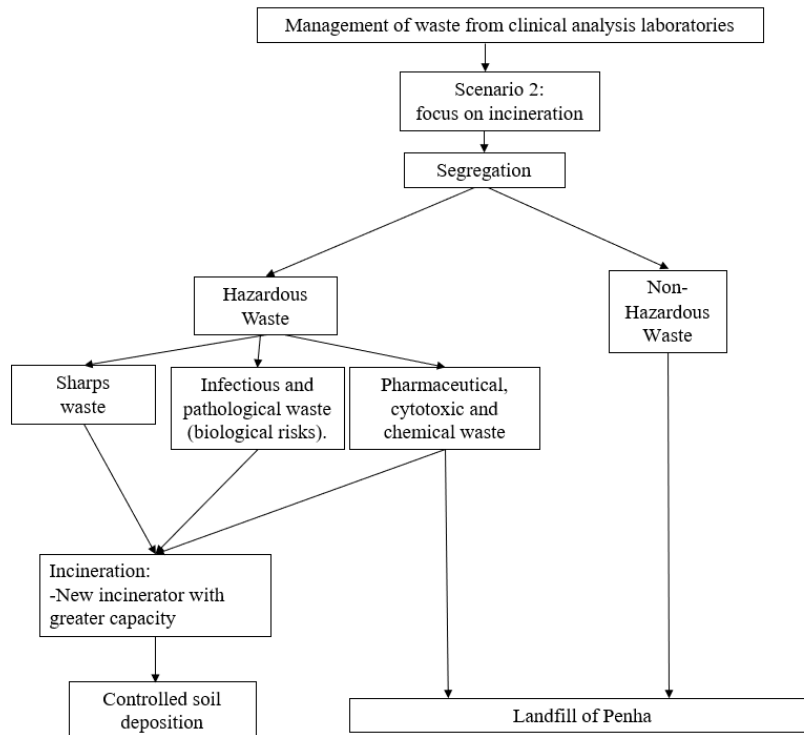


Figure 2: Schematic representation of Scenario 2

2.1.3. Scenario 3: Creation of an Integrated Treatment Center for all hospital waste (dedicated center)

This scenario would also require the separation of hazardous waste from non-hazardous waste at the production sites (laboratories). Ideally, the treatment center would be managed by a private company, which would be responsible for centrally treating all hospital waste produced in public and private facilities in the country. The center would provide appropriate methods of sorting and treating the different types of hazardous solid and liquid waste, in accordance with best practices. Non-hazardous waste would undergo a valuation process. The goal of this center would be to receive all types of waste produced in laboratories and treat them appropriately, thus preventing certain types of waste, such as chemical waste, from remaining indefinitely in inappropriate places or being disposed of uncontrolled in landfills, putting the health of professionals, users and citizens at risk (Figure 3). For waste from the Autonomous Region of Príncipe, there would be a need for a temporary waste storage centre until it could be sent by sea, following all the storage and transport standards for this type of waste, to the integrated hospital waste treatment centre located on the island of São Tomé.

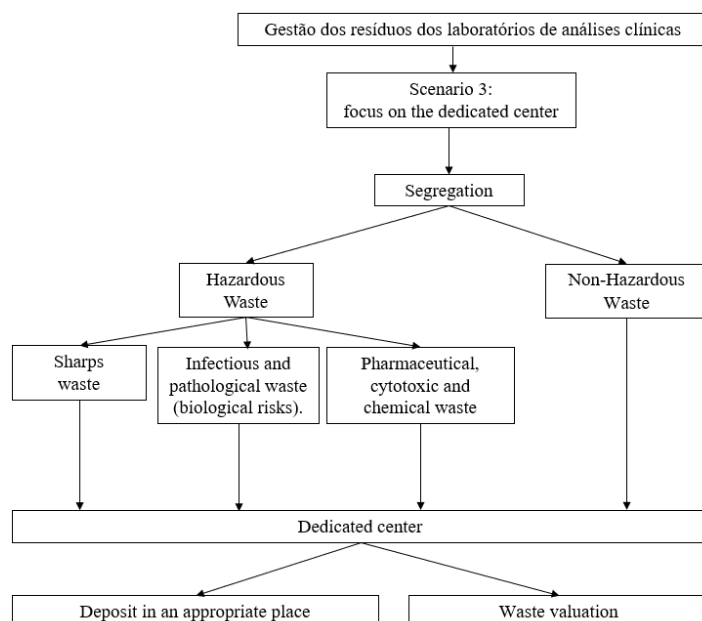


Figure 3: Schematic representation of Scenario 3

Table 1 below summarizes the advantages and disadvantages of each scenario and the requirements for their implementation.

Table 1: Advantages and disadvantages of alternative laboratory waste management scenarios in São Tomé and Príncipe

Scenario	Advantages	Disadvantages	Needs
1- Focus on Autoclaving	-Sterilization of waste and destruction of pathogens. -Reduction of pathogenic residues in the environment. -Waste can acquire value	-There will be no reduction in the volume of waste. -Waste is discarded in the Penha landfill. -Space for slag storage. -Sharps do not disintegrate completely -There is no treatment of liquid chemical waste	-10 autoclaves -Materials for separating waste (such as plastic bags, pedal-operated trash cans) -Fuel -Water -Energy
2- Focus on Incineration	-Destruction of pathogenic waste -Destruction of sharp objects -Reduction of waste sent to the Penha landfill. Reduction in waste volume	-There is no treatment of liquid chemical waste -Waste being discarded in the Penha landfill.	-Acquisition of 1 incinerator with greater capacity. -Materials for waste separation -Fuel -Water -Energy
3-Focus on the Dedicated Center	Destruction of pathogenic waste - Destruction of sharps	-Time for implementation. -High cost of building infrastructure.	-Physical space for installing the center.

	<ul style="list-style-type: none"> -Reduction of waste sent to the Penha landfill. -Reduction in waste volume -Treatment of all types of waste -Valuation of waste through recycling. -Guarantee of adequate waste treatment. -Generation of new jobs. -Safety at work. -Responsibility in the management of hospital waste. 	<ul style="list-style-type: none"> -High cost of purchasing materials, equipment and vehicles. -High maintenance cost. 	<ul style="list-style-type: none"> -Construction of the center's infrastructure. -Acquisition of environmentally acceptable equipment for waste treatment (Autoclaves, incinerator, shredder) -Recycling center -Human resources recruitment -Vehicle suitable for transporting hazardous waste. -Temporary storage center in the autonomous region of Príncipe.
--	--	--	--

2.2. Criteria and subcriteria relevant to the AHP method

The AHP method involves the selection of criteria and subcriteria considered relevant in the evaluation of scenarios. This section describes the selected criteria and subcriteria, and the reasons that led to their choice.

The criteria and subcriteria (Table 2) were selected from reading other works carried out in the field of waste management and correspond, as mentioned above, to the main aspects to be evaluated for decision-making. Furthermore, in AHP, criteria related to health, the environment and society are used as decision-making criteria because they are important criteria (Rawal, 2022). According to Antonopoulos, (2014), the environmental, social and economic criteria included in the AHP tool are used to classify the performance and sustainability of each waste treatment alternative. Therefore, in this work, the selected criteria are found in these three spheres:

- environmental: analyzes the implementation of variables that protect the environment, such as the adoption of systems that prevent the elimination of toxic products into the atmosphere, that is, the minimization of possible environmental risks and impacts;
- economic: relates to the financial costs for the proper functioning of the entire waste management process implemented, such as the costs of acquiring certain equipment or infrastructures, therefore these are the costs for adopting each scenario in light of the current economic and financial reality;

- social: linked to the benefits that society will have with a given scenario to consider, such as job creation.

Table 2: Summary of criteria and subcriteria

Criteria	Subcriteria
Environmental	Elimination of biological risk (EBR)
	Destruction of sharps waste (DSW)
	Elimination Chemical Risk (ECR)
Economic	Acquisition Cost (AC)
	Maintenance Cost (MC)
Social	Job generation (JG)
	Work risk (WR)

For the **environmental criterion**, three sub-criteria were adopted:

- 1) Biological risk elimination (EBR). This subcriterion was chosen because waste from clinical analysis laboratories contains pathogenic biological agents that can contaminate the environment and transmit disease. Therefore, this subcriterion is related to the ability of a technology to eliminate pathogenic agents contained in waste, such as viruses, fungi, protozoa and bacteria.
- 2) Destruction of sharps waste (DSW). It is known that needles are used in clinical analysis laboratories and are considered sharps. If this type of material is disposed of improperly and accidentally pierces the skin, it can transmit biological agents and cause public health problems. Therefore, choosing a technology to completely destroy this type of waste is considered relevant.
- 3) Elimination chemical risk (ECR). This subcriterion was chosen because many laboratory activities use chemicals that, when discarded into the environment, can degrade or contaminate the soil. Therefore, the use of a technology that can safely eliminate chemical waste and prevent environmental contamination is relevant in selecting the most appropriate scenario.

Regarding the **economic criterion**, two sub-criteria were chosen:

- 1) Acquisition cost (AC). Since São Tomé and Príncipe is a country with few resources and dependent on external aid, it is necessary to choose a technology whose acquisition investment can be supported by the competent entities or external financiers. In this sense, this sub-criterion concerns the necessary monetary value that must be invested for the acquisition and implementation of the treatment technology.
- 2) Maintenance cost (MC). The maintenance of the proper functioning of any technology must be ensured, to guarantee good performance. Thus, this subcriterion seeks the

functional continuity of the system through periodic maintenance of the equipment by specialists in the area, thus avoiding constraints and possible cuts in the operation of the system.

For the **social criterion** , two sub-criteria were adopted:

1) Job creation (JG). This subcriterion is related to the scenario that can produce new jobs. This represents an added value for society because job creation helps the portion of the population that is unemployed.

2) Work risk (WR). This subcriterion is important because it gives relevance to the work environment offered to the worker. Therefore, it is important to choose a scenario that presents the lowest work risk to the worker or that provides Personal Protective Equipment (PPE) because these are unhealthy activities, since the use of this equipment prevents contamination and health problems.

Based on the criteria and subcriteria mentioned above, the structure was constructed hierarchical analysis is represented in Figure 4: at the top is the objective defined for the hierarchical analysis, which is to choose the best alternative for managing waste from clinical analysis laboratories; at the next level are the 3 main criteria (environmental, economic and social); at the level below are the sub-criteria, distributed according to each of the main criteria to which they relate; finally, at the bottom of the figure, are the three alternatives, the first focusing on autoclaving, the second focusing on incineration and the third consisting of a dedicated treatment plant.

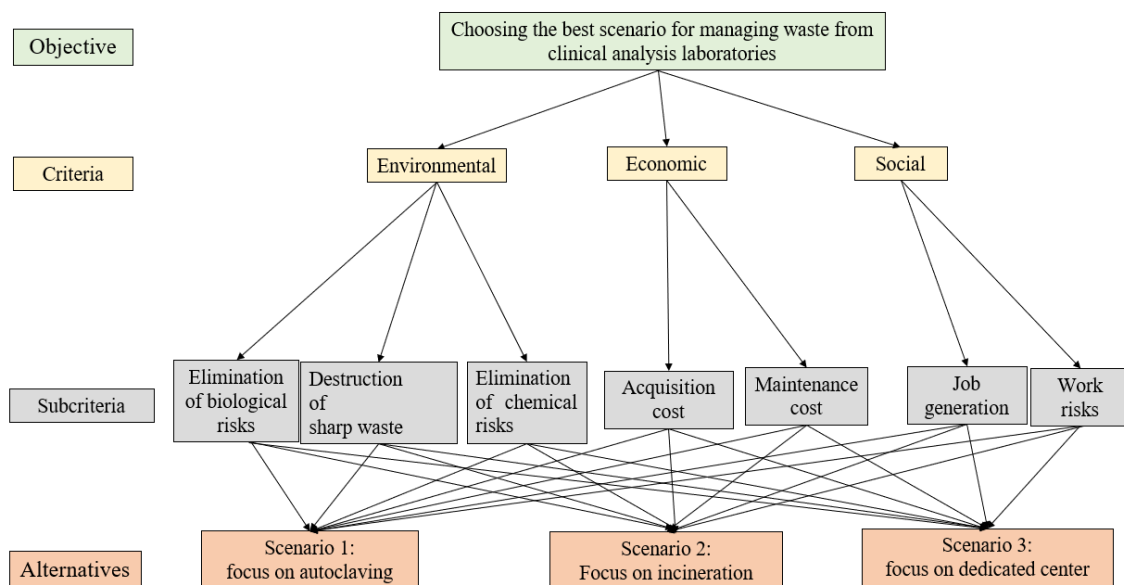


Figure 3: General hierarchical structure of the AHP Method of this study.

2.3. Data collection and analysis

After selecting the criteria and sub-criteria, a questionnaire survey was prepared with the aim of choosing the best scenario for managing waste produced in clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe based on the perception of experts through the application of the AHP method. The questionnaire consisted of 58 closed questions, with the aim of calculating the weights for the criteria proposed for each waste management scenario and also to define a hierarchical scale of the scenarios proposed for the management of laboratory waste.

Considering that the environmental, economic and social aspects are the pillars of sustainability, the selection of respondents also followed these pillars. Therefore, one respondent linked to the **social sector** (the person in charge of the NGO TESE in São Tomé), one respondent linked to the **environmental sector** (the Director of the Environment belonging to the Ministry of Infrastructure, Natural Resources and Environment of São Tomé and Príncipe) and one respondent linked to the **economic sector** (the Minister of Planning, Finance and Blue Economy of São Tomé and Príncipe) were selected. It is important to emphasize that for the AHP there is no need to survey a large number of people or resort to a sample calculation. However, it is recommended that experts in the area to be studied or a decision-maker be surveyed. The surveys were carried out on May 12, May 25 and June 5, 2024. After data collection, the results were analyzed using the steps described by Saaty (1987) for the AHP method.

3.RESULTS AND DISCUSSION

In this section, the calculations of priorities based on comparisons between pairs with the help of AHP will be analyzed, according to the data provided by the experts. However, it was necessary to make corrections in some AHP matrices due to inconsistencies in some data presented by the experts. In the work of Saaty (1987), the most acceptable consistency index is a value below 10%, so the first choice would be “conservative correction” in which a consistency index below 10% would be obtained. However, in this work it was decided to make “minimal corrections” in which a matrix with a consistency index below 20% would be obtained. In order to obtain the “minimal corrections” it is not necessary to change the matrices much, which is considered an advantage. However, for the “conservative corrections” there is a need to manipulate the data further in order to obtain a consistency index below 10%. According to the article published by Wedley

(1993), a matrix with a consistency of 20% is considered acceptable, and even Saaty, the author of AHP, agrees. On the other hand, Ho et al. (2005) also apply matrices with a consistency index of 20%. In their justification, these authors say that lowering the values to 10 or 15% is only justified if the selected specialist is a renowned expert in the area. Therefore, the minimum corrections were chosen based on their acceptance by the scientific community.

3.1. Criteria priorities

Regarding the prioritization of criteria, according to Table 3, it is possible to verify that the environmental criterion is preferred by both the social expert and the economic expert in their judgments, with very similar weights (74,4% and 69,2%) respectively. Environmental issues are a focus of discussion in governments around the world, which may explain the preference of these experts for this criterion. However, in this issue, the expert with an environmental profile presented a different judgment, where the most important criterion is the social one, despite having attributed a weight of 48%. It was to be expected that this expert, having an environmental profile, would choose the environmental criterion as more preferable, but this is not what is observed in the results.

Table 3: Priorities of criteria in relation to the objective from the experts' perspective

Specialist with Social Profile					
Criteria	Environmental	Economic	Social	Weight of priorities	Classification
Environmental	1	5	7	0,744	1st
Economic	0,2	1	0,5	0,105	3rd
Social	0,142	2	1	0,149	2nd
Specialist with Environmental profile					
Criteria	Environmental	Economic	Social	Weight of priorities	Classification
Environmental	1	3	1	0,405	2nd
Economic	0,333	1	0,2	0,113	3rd
Social	1	5	1	0,480	1st
Specialist with an Economic profile					
Criteria	Environmental	Economic	Social	Weight of priorities	Classification
Environmental	1	5	5	0,692	1st
Economic	0,2	1	4	0,219	2nd
Social	0,2	0,25	1	0,087	3rd

3.2. Subcriteria priorities

For the environmental sub-criteria, the expert with a social profile considers that: the elimination of biological risks, the destruction of sharp waste and the elimination of chemical risk have the same weight, therefore, it was not possible to prioritize any of these sub-criteria according to the judgment of this expert. However, the expert with an environmental profile considers that the destruction of sharp waste is preferable when it comes to environmental issues. The economic expert considers the elimination of biological risks preferable and attributed a weight of 78,2%. Here, in addition to having an expert who did not opt for any of the sub-criteria as preferable, the others opted for different sub-criteria from each other (Table 4).

Table 4: Priorities of environmental sub-criteria, from the experts' perspective

Specialist with Social Profile					
Environmental Subcriteria	EBR	DSW	ECR	Weight of priorities	Classification
EBR	1	1	1	0,333	
DSW	1	1	1	0,333	
ECR	1	1	1	0,333	
Specialist with Environmental profile					
Environmental Subcriteria	EBR	DSW	ECR	Weight of priorities	Classification
EBR	1	1	1	0,318	2nd
DSW	1	1	3	0,459	1st
ECR	1	0,333	1	0,221	3rd
Specialist with an Economic profile					
Environmental Subcriteria	EBR	DSW	ECR	Weight of priorities	Classification
EBR	1	4	4	0,782	1st
DSW	0,25	1	4	0,155	2nd
ECR	0,25	0,25	1	0,061	3rd

For the economic sub-criteria, the experts (social and economic) consider the cost of maintaining the equipment as more preferable to the acquisition cost (Table 5). However, the results of the expert with an environmental profile show that the same weight was given to these sub-criteria, without prioritizing them. It is important to highlight that São Tomé and Príncipe is a country that does not have trained professionals in the area of maintenance of hospital equipment for waste treatment, being dependent on external labor, which adds additional costs.

Table 5: Priorities of economic sub-criteria, from the experts' perspective

Specialist with Social Profile

Economic Subcriterion	AC	CM	Weight of priorities	Classification
AC	1	0,333	0,250	2nd
CM	3	1	0,749	1st
Specialist with Environmental profile				
Economic Subcriterion	AC	CM	Weight of priorities	Classification
AC	1	1	0,5	
CM	1	1	0,5	
Specialist with an Economic profile				
Economic Subcriterion	AC	CM	Weight of priorities	Classification
AC	1	0,2	0,166	2nd
CM	5	1	0,833	1st

Regarding the social subcriteria, the three experts were unanimous in their judgments, considering that the risk of work is more preferable in relation to the generation of new jobs, when it comes to social issues (Table 6). In other words, they consider it more important to pay attention to the risks of work. Still on this issue, we can see that the experts (social and environmental) attributed the same value (74,9%) to the most preferable subcriterion.

Table 6: Priorities of social sub-criteria from the experts' perspective

Specialist with Social Profile				
Social Subcriterion	JG	WR	Weight of priorities	Classification
JG	1	0,333	0,250	2nd
WR	3	1	0,749	1st
Specialist with Environmental profile				
Social Subcriterion	JG	WR	Weight of priorities	Classification
JG	1	0,333	0,250	2nd
WR	3	1	0,749	1st
Specialist with an Economic profile				
Social Subcriterion	JG	WR	Weight of priorities	Classification
JG	1	0,5	0,333	2nd
WR	2	1	0,666	1st

3.3. Priorities of alternatives in relation to subcriteria

The results presented below show the analyses of the results of the priorities of the alternatives (focus on incineration, focus on autoclaving and focus on the dedicated center) in relation to the sub-criteria already mentioned.

The social expert considers the dedicated center as the most preferable alternative when it comes to eliminating biological risks contained in hospital waste, while the environmental expert gave more importance to the autoclave and the economic expert preferred incineration. It can be seen that the three alternatives for eliminating biological risks were considered by the experts in their judgments, although with different priorities. The weights attributed can be seen in table 7.

Table 7: Priorities of alternatives in relation to the sub-criterion “elimination of biological risk”, from the experts’ perspective

Specialist with Social Profile					
EBR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,25	0,142	0,068	3rd
2-incineration	4	1	0,142	0,172	2nd
3-center	7	7	1	0,759	1st
Specialist with Environmental profile					
EBR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	5	2	0,541	1st
2-incineration	0,2	1	0,142	0,076	3rd
3-center	0,5	7	1	0,381	2nd
Specialist with an Economic profile					
EBR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,2	0,25	0,087	3rd
2-incineration	5	1	5	0,692	1st
3-center	4	0,2	1	0,219	2nd

Regarding the destruction of sharps waste, the social expert considers the dedicated center to be preferable. However, the experts (environmental and economic) consider incineration to be the most preferable, followed by the dedicated center and finally the autoclave as the least preferable (Table 8). According to the information in this study, in São Tomé and Príncipe the incinerator is mainly used for the destruction of sharps waste, although the disintegration is not complete. In other countries this waste treatment technology is also widely used for this purpose. Thus, the preference of these experts for the incinerator as the most important can be justified.

Table 8: Priorities of alternatives in relation to the sub-criterion “Destruction of sharps waste”, from the experts’ perspective

Specialist with Social Profile

DSW	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,25	0,142	0,068	3rd
2-incineration	4	1	0,142	0,172	2nd
3-center	7	7	1	0,759	1st
Specialist with Environmental profile					
DSW	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,333	0,333	0,130	3rd
2-incineration	3	1	4	0,622	1st
3-center	3	0,25	1	0,246	2nd
Specialist with an Economic profile					
DSW	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,2	0,25	0,087	3rd
2-incineration	5	1	5	0,692	1st
3-center	4	0,2	1	0,219	2nd

For the disposal of chemical waste, the social expert also considered the dedicated center to be more preferable, while the environmental and economic experts attributed more importance to incineration, with relatively similar values (Table 9). Incineration treats solid chemical waste, however, liquid chemical waste requires another type of treatment. Consequently, this alternative alone is not the most suitable for treating all types of chemical waste, despite being the most preferable in the judgment of two experts.

Table 9: Priorities of alternatives in relation to the sub-criterion “elimination of chemical risk”, from the experts’ perspective

Specialist with Social Profile					
ECR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,333	0,142	0,075	3rd
2-incineration	3	1	0,142	0,157	2nd
3-center	7	7	1	0,7669	1st
Specialist with Environmental profile					
ECR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,2	0,25	0,087	3rd
2-incineration	5	1	5	0,692	1st
3-center	4	0,2	1	0,219	2nd
Specialist with an Economic profile					
ECR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,2	0,2	0,082	3rd
2-incineration	5	1	4	0,656	1st

3-center	5	0,25	1	0,260	2nd
-----------------	---	------	---	-------	-----

According to the results, the expert with a social and environmental profile considers the dedicated center as the most preferable when it comes to acquisition cost. These experts, in addition to considering the same option, attributed the same value of 70% (Table 10). The economic expert considers the autoclave as the most preferable, since it has the lowest cost, followed by incineration and finally the dedicated center as the least preferable. It is important to highlight that the construction of a dedicated center has higher costs, even so it was the one that was most relevant for two experts.

Table 10: Priorities of alternatives in relation to the sub-criterion “acquisition cost”, from the experts’ perspective

Specialist with Social Profile					
AC	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	3	5	0,097	3rd
2-incineration	0,333	1	5	0,202	2nd
3-center	0,2	0,2	1	0,700	1st
Specialist with Environmental profile					
AC	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	3	5	0,202	2nd
2-incineration	0,333	1	5	0,097	3rd
3-center	0,2	0,2	1	0,700	1st
Specialist with an Economic profile					
AC	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	4	5	0,656	1st
2-incineration	0,25	1	5	0,260	2nd
3-center	0,2	0,2	1	0,082	3rd

Equipment maintenance is a practice that must be adopted to ensure proper functioning of the equipment and to increase its useful life. Regarding maintenance costs, the social expert considers maintenance of the dedicated center to be more preferable. The environmental and economic experts prioritized the autoclave, but the subsequent sequences were different for these same experts (Table 11). It is important to note that before implementing this survey, a survey of the prices of the alternatives was carried out in order to help the experts in their decision-making. The information contained in the questionnaire shows that the maintenance cost of the autoclave is lower than that of the

incinerator and the dedicated plant. This justifies the preference of the environmental and economic expert.

Table 11: Priorities of alternatives in relation to the sub-criterion “maintenance cost”, from the experts’ perspective

Specialist with Social Profile					
MC	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	3	5	0,202	2nd
2-incineration	0,333	1	5	0,097	3rd
3-center	0,2	0,2	1	0,700	1st
Specialist with Environmental profile					
MC	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	3	3	0,575	1st
2-incineration	0,333	1	4	0,120	3rd
3-center	0,333	0,25	1	0,304	2nd
Specialist with an Economic profile					
MC	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	5	7	0,714	1st
2-incineration	0,2	1	5	0,218	2nd
3-center	0,142	0,2	1	0,066	3rd

For the generation of new jobs, the dedicated center was the most preferable alternative for the specialist with a social and environmental profile (Table 12). The dedicated center, as a place that will meet several needs regarding waste management, will generate more jobs. On the other hand, incineration was considered the most preferable in the judgment of the economic specialist. Both the dedicated center and incineration should generate new jobs, but on different scales. The autoclave is a piece of equipment that is not difficult to use; it only requires training for the technician who works in the area. Therefore, this technology does not generate new jobs, which is why it was the least preferred by two specialists, coming in third place.

Table 12: Priorities of alternatives in relation to the sub-criterion “job generation”, from the experts’ perspective

Specialist with Social Profile					
JG	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,25	0,142	0,068	3rd
2-incineration	4	1	0,142	0,172	2nd

3-center	7	7	1	0,759	1st
Specialist with Environmental profile					
JG	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	3	0,2	0,202	2nd
2-incineration	0,333	1	0,2	0,097	3rd
3-center	5	5	1	0,700	1st
Specialist with an Economic profile					
JG	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,2	0,2	0,082	3rd
2-incineration	5	1	4	0,656	1st
3-center	5	0,25	1	0,260	2nd

According to the judgment of social and environmental experts, the autoclave is the most preferable alternative when it comes to work risk, followed by the dedicated center and finally incineration as the least preferable (Table 13). However, it was observed that the judgment of the expert with an economic profile was different, where he prioritized incineration. According to the data in the literature, all people who work with hospital waste are exposed to risks, therefore, all proposed treatment alternatives present a certain type of risk. Therefore, there is a need for training of those who work in the area and periodic maintenance of the equipment to avoid or minimize these risks.

Table 13: Priorities of alternatives in relation to the sub-criterion “work risk”, from the experts’ perspective

Specialist with Social Profile					
WR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	3	2	0,499	1st
2-incineration	0,333	1	0,166	0,104	3rd
3-center	0,5	6	1	0,396	2nd
Specialist with Environmental profile					
WR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	7	4	0,672	1st
2-incineration	0,142	1	0,142	0,060	3rd
3-center	0,25	7	1	0,266	2nd
Specialist with an Economic profile					
WR	1-autoclave	2-incineration	3-center	Weight of priorities	Classification
1-autoclave	1	0,2	0,2	0,082	3rd
2-incineration	5	1	4	0,656	1st
3-center	5	0,25	1	0,260	2nd

3.4. Priorities of alternatives

After calculating the priority of the criteria and alternatives, it was necessary to calculate the final priorities. This made it possible to establish the list of alternatives ordered by their priority according to the expert's judgment and preference.

For the final classification of the alternatives according to the judgment of the social expert, the dedicated center is the most preferable, appearing with a great advantage in relation to the other alternatives with a value of (71.4%), with incineration in second place and the autoclave in third place. The results in Table 14 show that the value given to incineration is not very far from that of the autoclave. For this expert, in his judgment, an alternative that meets the requirements of safe management of all types of hospital waste is preferable, regardless of its financial costs.

According to the environmental expert, the most preferable alternative is the one that focuses on the autoclave. This expert considers a scenario that does not meet all the needs for adequate management of all types of hospital waste, but that in practice can be implemented.

Finally, focusing on incineration was the most preferable scenario for managing hospital waste for the economic expert. As he was an expert with an economic profile, it was expected that he would choose the one that would present the lowest cost. However, he opted for an alternative that was neither the most expensive in financial terms nor the cheapest.

According to the results obtained through the AHP, the scenarios were ranked in different sequences according to the opinion of each expert. These results are extremely important because they show us that the experts' judgments vary according to their profile and the importance they give to a given scenario for the management of hospital waste.

Table 14: Final hierarchy of alternatives

Specialist with Social Profile		
Alternatives	Final weight of priorities	Final Classification
1-autoclave	0,130	3rd
2-incineration	0,155	2nd
3-center	0,714	1st
Specialist with Environmental profile		
Alternatives	Final weight of priorities	Final Classification
1-autoclave	0,413	1st

2-incineration	0,233	3rd
3-center	0,352	2nd
Specialist with an Economic profile		
Alternatives	Final weight of priorities	Final Classification
1-autoclave	0,222	2nd
2-incineration	0,585	1st
3-center	0,192	3rd

4.CONCLUSION

Among the proposed criteria, the environmental criterion had the greatest impact in terms of preference, since it was placed first in the judgment of two experts; however, for the expert with a social profile, all environmental subcriteria had the same level of importance.

All experts consider work risk as a very important factor when it comes to hospital waste management and prioritized the autoclave as the technology that appears to have the lowest work risk and lowest maintenance cost, as maintenance costs proved to be quite relevant in the judgment of more than 50% of experts.

Incineration was the most preferable technology for treating sharp waste, and the dedicated center was the alternative that generates employment according to the judgments of most experts.

The three scenarios proposed for the management of hospital waste in São Tomé and Príncipe were considered by the experts, although with different priorities. Therefore, according to the experts' judgment, all scenarios present some kind of advantage, that is, they can technically be implemented. However, the choice of scenario will depend on the financial value available by the financing entity, taking into account the insularity of São Tomé and Príncipe.

5.BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- Antonopoulos, I. S., Perkoulidis, G., Logothetis, D., & Karkanias, C. (2014). Ranking municipal solid waste treatment alternatives considering sustainability criteria using the analytical hierarchical process tool. *Resources, Conservation and Recycling*, 86, 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.03.002>
- Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Prüss, A., Rushbrook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S., & Zghondi, R. (2014). *Safe management of wastes from health-*

- care activities*. (2ed). World Health Organization. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85349/9789241548564_eng.pdf?sequence=1
- Dave, P. N., & Joshi, A. K. (2010). Plasma pyrolysis and gasification of plastics waste—a review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 69,177-179. <https://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/7375>
- Dharmaraj, S., Ashokkumar, V., Pandiyan, R., Munawaroh, H. S. H., Chew, K. W., Chen, W. H., & Ngamcharussrivichai, C. (2021). Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes. *Chemosphere*, 275, 130092.
- Ho, D., Newell, G., & Walker, A. (2005). The importance of property-specific attributes in assessing CBD office building quality. *Journal of Property Investment & Finance*, 23(5), 424-444. <https://doi.org/10.1108/14635780510616025>
- INES. (2023). Instituto Nacional de Estatística de São Tomé e Príncipe (INESTP) (2023). Documentação/ Informações Estatísticas/ Demográficas. <http://www.ine.st>.
- Oroei, M., Momeni, M., Palenik, C. J., Danaei, M., & Askarian, M. (2014). A qualitative study of the causes of improper segregation of infectious waste at Nemazee Hospital, Shiraz, Iran. *Journal of infection and public health*, 7(3), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2014.01.005>
- Pereira, A. X. G., & Dias-Ferreira, C. (2023a). Healthcare waste from clinical analysis laboratories in São Tomé and Príncipe – Current state and constrains in the framework of least developed countries. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*.36, 101318. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101318>
- Pereira, A. X. G., & Dias-Ferreira, C. (2023b). Lixeira de Penha e os resíduos produzidos nos laboratórios de análises clínicas de São Tomé e Príncipe: um olhar para a sustentabilidade das nossas ações. *Revista da UI_IPSantarém*. 11(4), 149-159. <https://doi.org/10.25746/ruiips.v11.i4.34115>
- Rawal, N. (2022). An Approach for Ranking of Hospitals Based on Waste Management Practices by Analytical Hierarchy Process (AHP) Methodology. *Physical Sciences*., 92, 671–676. <https://doi.org/10.1007/s40010-021-00760-x>.
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9, (3-5), 161-176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).
- Vera-Cruz, G., Fernandes, L. F., & Martins, M. C. (2017). Gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos em São Tomé e Príncipe: contributos da educação

ambiental. *AmbientalMente sustentable*, 1(23-24), 47-62.

<https://doi.org/10.17979/ams.2017.23-24.0>

Xavier, C. (2019). *Gestão dos resíduos urbanos na Ilha do Sal – Análise e proposta de melhoria*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Aberta].

https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/9874/1/TMCAP_CarlosXavier.pdf

Wedley, W.C. (1993). Consistency prediction for incomplete AHP matrices. *Mathematical and Computer Modelling*, 17, 151-161.

[https://doi.org/10.1016/0895-7177\(93\)90183-Y](https://doi.org/10.1016/0895-7177(93)90183-Y)

Anexo III: Inquérito por Questionário dirigido aos técnicos de laboratório

Sou Alzira Pereira, Doutoranda no Curso de Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento pela Universidade Aberta. Um dos requisitos para a conclusão do Doutoramento é a elaboração e defesa da Tese e, para isso, pretendo recolher algumas informações que ajudarão na realização da tese. Por isso estou implementando este inquérito por entrevista como objetivo saber “Quanto são os resíduos de laboratório de análises em STP e qual o destino que lhes é dado?”. E assim construir cenários para uma gestão destes resíduos no contexto específico de São Tomé e Príncipe e escolher a melhor solução de gestão destes resíduos para o País. A sua participação é de extrema importância. O nome do seu laboratório não será revelado.

Nº	Perguntas	Respostas
	Nome do Laboratório	
Módulo 1: Classificação e Dimensão do Laboratório		
1	Qual a classificação do laboratório?	Público <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/>
2	Quantas salas de análises esse laboratório possui?	
3	Quantos utentes este laboratório recebe por dia?	
4	Quantas análises este laboratório realiza por dia?	
Módulo 2: Grupos dos resíduos produzidos no laboratório e pré-tratamento dados aos mesmos.		
5	Neste laboratório os resíduos das análises clínicas são separados em diferentes grupos?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
6	Se sim, quais os grupos?	
7	Os resíduos comuns, que não são das análises como por exemplo do escritório, manutenção, resto de comida dos funcionários, são separados dos resíduos das análises?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>

8	Se sim, onde são colocados	
9	O laboratório faz algum tipo de pré-tratamento para os resíduos contaminados?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Módulo 3: Quantidades, frequência de recolha dos lixos.		
10	Qual a quantidade (volume) de resíduos que são produzidos diariamente no laboratório?	2kg <input type="checkbox"/> 10kg <input type="checkbox"/> 20kg <input type="checkbox"/> 30kg <input type="checkbox"/> 50kg <input type="checkbox"/> Mais de 59kg <input type="checkbox"/>
11	Com que frequência os resíduos são retirados do laboratório?	Diariamente <input type="checkbox"/> 2 Vezes por <input type="checkbox"/> semana 3 Vezes por semana <input type="checkbox"/> Semanalmente <input type="checkbox"/> Mensalmente <input type="checkbox"/> Sempre que a <input type="checkbox"/> lixeira fica <input type="checkbox"/> cheia Outras <input type="checkbox"/>
Módulo 4: Transporte e destino final dos resíduos.		
12	Quem faz a recolha dos resíduos do laboratório para outro local?	1-Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área. <input type="checkbox"/> 2-Funcionário do próprio laboratório com especialização na área. <input type="checkbox"/> 3-Câmara distrital <input type="checkbox"/> 4-Empresa privada <input type="checkbox"/>
13	Onde os resíduos são armazenados depois de serem recolhidos de dentro do laboratório?	
14	Quem faz o transporte dos resíduos do laboratório para o destino final?	
15	Qual o destino final dos resíduos?	Lixeira do distrito (Queima ao céu aberto) <input type="checkbox"/> Incineração <input type="checkbox"/> Queima em um buraco no mato <input type="checkbox"/>

		Incineração e Queima em um buraco no <input type="checkbox"/> mato Incineração e Lixeira do distrito (Queima ao céu aberto) <input type="checkbox"/> Coleta seletiva/ Levados a centros de reciclagem <input type="checkbox"/> No Rio <input type="checkbox"/> Retorno a seus <input type="checkbox"/> fabricantes Depósitos especiais, especificar <input type="checkbox"/> Tratamento especial, especificar <input type="checkbox"/>
--	--	---

Módulo 5: Percepção dos entrevistados em relação a gestão dos resíduos produzidos nos laboratórios e conhecimento da lei que regulamentaria as práticas de gestão dos resíduos de laboratório de análises clínicas.

16	Quais os principais problemas de gestão dos resíduos neste laboratório?	
17	O que achas que pode ser feito para melhorar os problemas dos resíduos no laboratório?	
18	Achas que se poderia dar outro destino melhor aos resíduos produzidos nos laboratórios?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
10	Se sim, qual?	
20	Tem conhecimento da existência de alguma legislação em São Tomé e Príncipe que regulamentariza as práticas referentes a coleta, armazenamento, transporte e destino final dos resíduos produzidos nos laboratórios de Análises clínicas?	
21	Se sim, qual?	

Muito obrigada pela sua participação!

Anexo IV: Inquérito por Entrevista

Sou Alzira Pereira, doutoranda no curso de Doutorado em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento pela Universidade Aberta. Estou elaborando a minha tese cujo o tema centraliza-se na gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínicas. Neste sentido há necessidade de implementar este inquérito com intuito de colher informações que ajudarão na realização deste trabalho de investigação. Esses dados serão importantes para posterior construção de cenários para gestão sustentável desses tipos de resíduos no país. Por isso, agradeço desde já com a sua participação.

Nº	Perguntas	Respostas
Informações sobre a Incineradora		
Data:		
Localização da Incineradora:		
Nome da instituição:		
Função do entrevistado:		
Duração da entrevista:		
1	Que tipo de resíduos são incinerados nesta incineradora?	
2	Quais materiais são incinerados nesta incineradora?	
3	De onde vêm os resíduos para serem incinerados? De todos os laboratórios do país ou de outros locais?	
4	Se outros locais, quais?	
5	Quantos resíduos são atualmente incinerados?	
6	A incineradora está a ser operada na capacidade máxima ou ainda podia receber mais resíduos?	
7	Quantos resíduos, no máximo, podem ser incinerados por dia/mês ou ano por esta incineradora?	
8	A incineradora está sempre ligada ou funciona só às vezes?	
9	Se funcionar só às vezes, qual é a frequência de funcionamento?	
10	Pode me dizer de forma resumida qual a tecnologia utilizada para a incineração?	
11	Existe algum sistema de tratamento dos gases?	Sim

		Não
12	Se sim, em que consiste este sistema?	
13	Qual é o tipo de energia utilizada na incineradora?	Energia elétrica Gás Petróleo Gasóleo Gasolina Carvão Lenha Outros:
14	Se a incineradora funciona com energia elétrica, quando não há o fornecimento da mesma qual a alternativa para o funcionamento?	Não há alternativa, ou seja, não funciona. Uso de gerador de energia Outra
15	A quantidade de energia gasta é em função dos tipos de resíduos, quantidades ou ciclo da incineradora?	
16	“Quanto gasta de energia por cada tonelada (/kg) de resíduos que é incinerada?”	
17	É utilizada água na incineração?	Sim Não
18	Se sim, para que serve essa água?	
19	Se sim, qual a quantidade?	
20	Qual o produto final da incineração?	
21	Qual o volume do produto final da incineração?	
22	Onde são destinados esses produtos finais?	
Logística para incineração		
23	Com que frequência a incineradora recebe os resíduos?	
24	Quem faz o transporte dos resíduos até a incineradora?	
25	Que meios são utilizados para o transporte?	
26	Esse transporte é cobrado?	

27	Após os resíduos serem rececionados na incineradora, são sujeitos a algum tipo de tratamento antes de serem incinerados?	Sim Não
28	Se sim, qual?	
Gestão da incineradora		
29	Quem faz a gestão da incineradora?	Estado Empresa Privada
30	Quais os custos com a incineração?	
31	Quanto é cobrado às empresas, centros de saúde, hospitais e laboratórios que envia resíduos para incinerar?	
32	Existe algum constrangimento atualmente que condiciona o bom funcionamento da incineradora?	Sim Não
33	Se sim, qual?	
34	Na sua opinião que pode ser feito para melhorar o funcionamento da incineradora?	

Muito obrigada pela sua participação!

Anexo V: Inquérito por Questionário dirigido aos tomadores de decisão/especialistas

GUIÃO DE ENTREVISTA

Sou Alzira Pereira, Professora da Universidade de São Tomé e Príncipe e estudante do Curso de Doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento pela Universidade Aberta. Neste momento estou fazendo investigação para a elaboração da minha tese sobre a gestão de resíduos de laboratórios de análises clínicas em São Tomé e Príncipe. Pretendo com esta entrevista recolher a sua opinião como se poderia melhorar a gestão destes resíduos, tendo em conta diferentes critérios: ambientais, económicos e sociais, cada um incluindo vários subcritérios. O seu nome não será divulgado.

[Apresentar o problema dos resíduos de laboratório]

Irei iniciar por rever/apresentar o que acontece atualmente a estes resíduos de laboratório e quais são os problemas associados. Apenas depois farei as perguntas.

Os resíduos de laboratório podem ser perigosos devido a risco físico, em que os resíduos podem cortar ou perfurar a pele (como por exemplo as seringas usadas ou as lâminas). Também são perigosos os resíduos que contenham agentes infecciosos, como por exemplo o sangue (risco biológico). Existe ainda o risco químico, como no caso de produtos que sejam corrosivos ou tóxicos por isso, esses resíduos devem seguir um adequado processo de gestão. Em relação ao processo de gestão dos resíduos, estes passam por várias etapas, dentre elas: segregação, pré-tratamento, recolha, armazenamento temporário, transporte interno, transporte externo, tratamento e destino final. O fluxograma abaixo mostra como está sendo feita a gestão dos resíduos sólidos de análises clínicas em São Tomé e Príncipe.

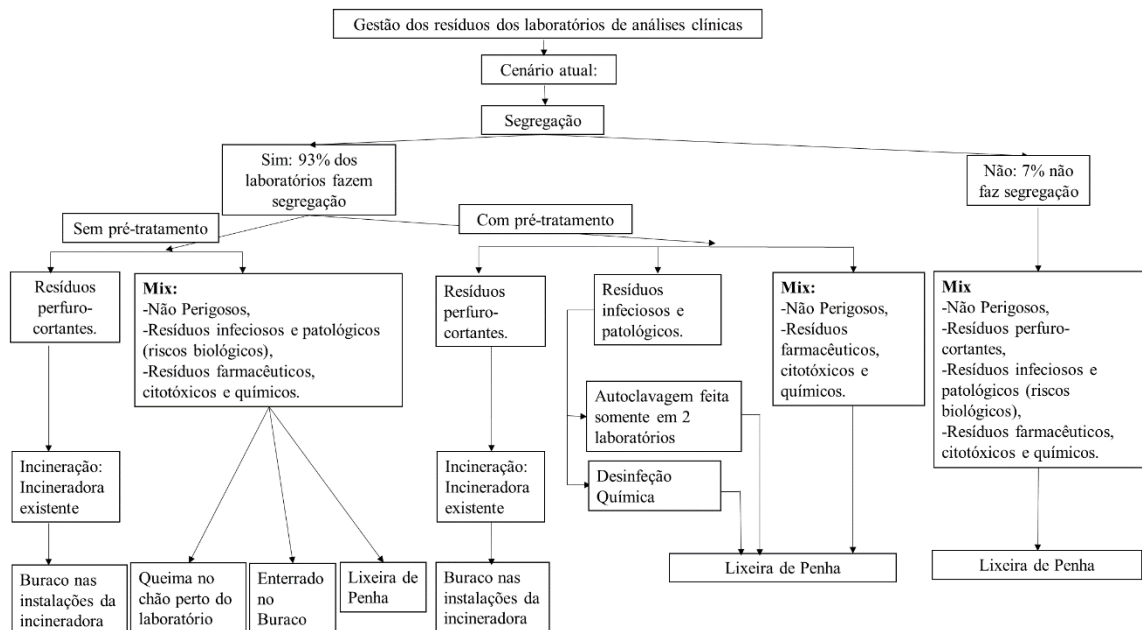


Figura 1: Cenário atual do sistema de gestão dos resíduos de laboratório de análises clínicas

Face a esta descrição da situação atual, dê agora à sua opinião.

Nas questões abaixo, sempre que lhe for pedido que avalie o grau da importância de um critério (ou subcritério) em relação a outro, utilize a seguinte escala:

1. Critérios igualmente importantes
3. Critério A moderadamente mais importante do que B.
5. Critério A consideravelmente mais importante do que B.
7. Critério A muito mais importante do que B.
9. Critério A extremamente mais importante do que B.

Valores 2,4,6,8: importâncias intermédias entre os valores ímpares.

PARTE A – ESCOLHA ENTRE OS CRITÉRIOS AMBIENTAL, SOCIAL E ECONÓMICO

1. Comparação Económico vs. Ambiental

Se tivesse que escolher a melhor maneira para gerir os resíduos dos laboratórios de análises, a que daria mais importância? Aos aspetos ambientais, relacionados com o aquecimento global, a poluição do ar e da água, a poluição do solo, a perda da biodiversidade, contaminação,

etc. Ou aos aspetos económicos, isto é, ao custo de adotar a solução face à realidade económico-financeira atual?

1.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Económico
Ambiental

Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um critério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que os aspetos económicos e ambientais são igualmente importantes e 9 significa que o aspeto que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

1.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Comparação Económico vs. Social

E se tivesse que escolher entre os factores económicos (isto é ao custo de adotar a solução face à realidade económico-financeira atual) e os factores sociais (entendidos como a saúde das populações, a sua qualidade de vida), a qual daria mais importância, aos aspetos económicos ou sociais?

2.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Económico
Social

Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um critério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que os aspetos económicos e sociais são igualmente importantes e 9 significa que o aspeto que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

2.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Comparação Ambiental vs. Social

Compare agora os aspetos sociais com os ambientais. Ao escolher uma solução para gerir os resíduos de laboratório a quais daria mais importância, aos ambientais ou aos sociais?

3.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um critério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que os aspetos ambientais e sociais são igualmente importantes e 9 significa que o aspeto que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

3.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PARTE B – ESCOLHA ENTRE OS SUBCRITÉRIOS AMBIENTAIS

1. Comparação entre a Eliminação dos riscos biológicos vs. Destruição dos resíduos perfuro-cortantes

Se tivesse que escolher a melhor maneira para gerir os resíduos dos laboratórios de análises, a que daria mais importância? A eliminação dos riscos biológicos, relacionados com a eliminação dos agentes patogénicos como vírus, fungos, protozoários que podem transmitir

doenças ou podem tornar-se resistentes no meio ambiente pela transmissão de factores de resistência... Ou a destruição dos resíduos perfuro-cortantes, que refere a desintegração total dos perfuro-cortantes, os quais são materiais que podem perfurar a pele e transmitir doenças.

1.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Eliminação dos riscos biológicos
Destruição dos resíduos perfuro-cortantes

Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um subcritério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que a eliminação dos riscos biológicos e a destruição dos resíduos perfuro-cortantes são igualmente importantes e 9 significa que o subcritério que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

1.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Comparação entre a Eliminação dos riscos biológicos vs. Eliminação dos riscos químicos

Se tivesse que escolher a melhor maneira para gerir os resíduos dos laboratórios de análises, a que daria mais importância? A eliminação dos riscos biológicos, relacionados com a eliminação dos agentes patogénicos como vírus, fungos, protozoários que podem transmitir doenças ou podem tornar-se resistentes no meio ambiente pela transmissão de factores de resistência... Ou a eliminação dos riscos químicos, que refere-se a eliminação dos resíduos contendo produtos químicos que podem contaminar o solo?

2.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Eliminação dos riscos biológicos



Eliminação dos riscos químicos

Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um subcritério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que a eliminação dos riscos biológicos e a eliminação dos riscos químicos são igualmente importantes e 9 significa que o subcritério que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

2.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Comparação entre a Destruição dos resíduos perfuro-cortantes vs. Eliminação dos riscos químicos

Se tivesse que escolher a melhor maneira para gerir os resíduos dos laboratórios de análises, a que daria mais importância? A destruição dos resíduos perfuro-cortantes, que refere a desintegração total dos perfuro-cortantes, os quais são materiais que podem perfurar a pele e transmitir doenças...Ou a eliminação dos riscos químicos, que refere-se a eliminação dos resíduos contendo produtos químicos que podem contaminar o solo?

3.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Destruição dos resíduos perfuro-cortantes
Eliminação dos riscos químicos

Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um subcritério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que a destruição dos resíduos perfuro-cortante e a eliminação dos riscos químicos são igualmente importantes e 9 significa que o subcritério que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

3.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PARTE C – ESCOLHA ENTRE OS SUBCRITÉRIOS ECONÓMICOS

1. Comparação entre os Custos de aquisição vs. Custo de manutenção

Se tivesse que escolher a melhor maneira para gerir os resíduos dos laboratórios de análises, a que daria mais importância? O Custos de aquisição, preocupa-se com o valor monetário necessário que deve ser investido para adquirir e implementar uma tecnologia de tratamento de resíduo...Ou ao Custo de manutenção, relaciona-se com a manutenção periódica dos equipamentos por especialistas na área e com todos os insumos necessário para o funcionamento da tecnologia (como demanda de água, eletricidade, combustível, entre outros)?

1.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<input type="radio"/>	<i>Custos de aquisição</i>
<input type="radio"/>	<i>Custo de manutenção</i>

Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um subcritério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o custo de aquisição e o custo de manutenção são igualmente importantes e 9 significa que o subcritério que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

1.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PARTE D – ESCOLHA ENTRE OS SUBCRITÉRIOS SOCIAIS

1. Comparação entre a Geração de emprego vs. Riscos de trabalho

Se tivesse que escolher a melhor maneira para gerir os resíduos dos laboratórios de análises, a que daria mais importância? A Geração de emprego, refere-se a quantidade de postos de trabalho que a implementação de um sistema de gestão pode disponibiliza a sociedade...Ou ao riscos de trabalho, mostra os riscos que os funcionários são expostos como (riscos físicos, químicos, radioativos ou biológicos) uma vez que são os funcionários dos laboratórios que tem o papel de juntar os resíduos a serem tratados e levam aos locais de tratamento?

1.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Geração de emprego
Riscos de trabalho

Se julgar ambos os aspetos igualmente importantes, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da importância de um subcritério em relação ao outro. Recorde que 1 significa que a geração de emprego e o risco de trabalho são igualmente importantes e 9 significa que o subcritério que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

1.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PARTE E – ESCOLHA ENTRE OS CENÁRIOS

Antes das perguntas relacionadas com os cenários farei a descrição de cada um para melhor compreensão.

Cenário 1: Autoclavagem descentralizada + incineração centralizada de baixa capacidade

O cenário 1 tem como objetivo a eliminação do risco biológico dos resíduos através a autoclavagem. A ideia é, mesmo que os resíduos tenham que ir posteriormente a lixeira pelo menos será eliminado os riscos biológicos. Para isso cada laboratório deverá adquirir 1 autoclave para fazer a desinfeção dos resíduos perigosos possíveis de serem autoclavados. Os perfuro-cortantes continuarão a ser incinerados na incineradora existente no país.

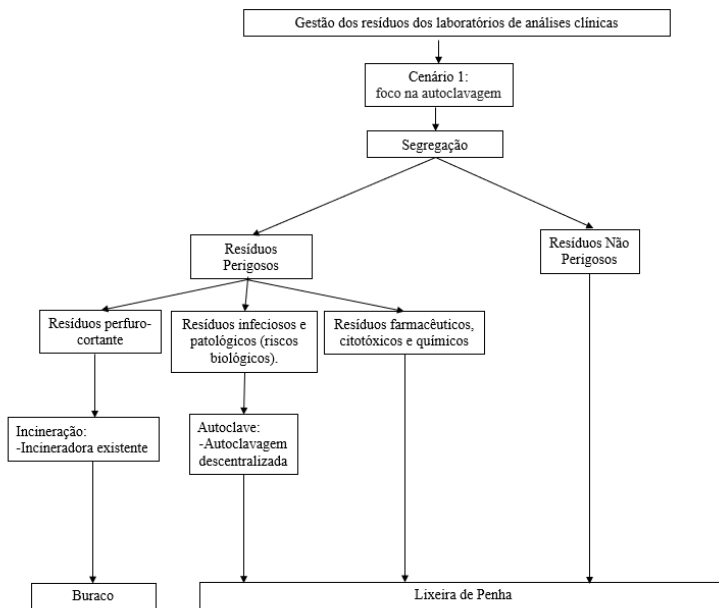


Figura 2: Cenário 1

Cenário 2: Incineração centralizada de baixa e alta capacidade.

Este cenário tem como foco a incineração de uma variedade e quantidade maior de resíduos, isto porque a incineradora que existe atualmente no país tem uma capacidade de incineração muito reduzida e neste momento só os perfuro-cortantes são ali incinerados. Por isso há necessidade de uma incineradora com maior capacidade e que possa incinerar outros resíduos. Assim reduziria a quantidade de resíduos depositados na lixeira.

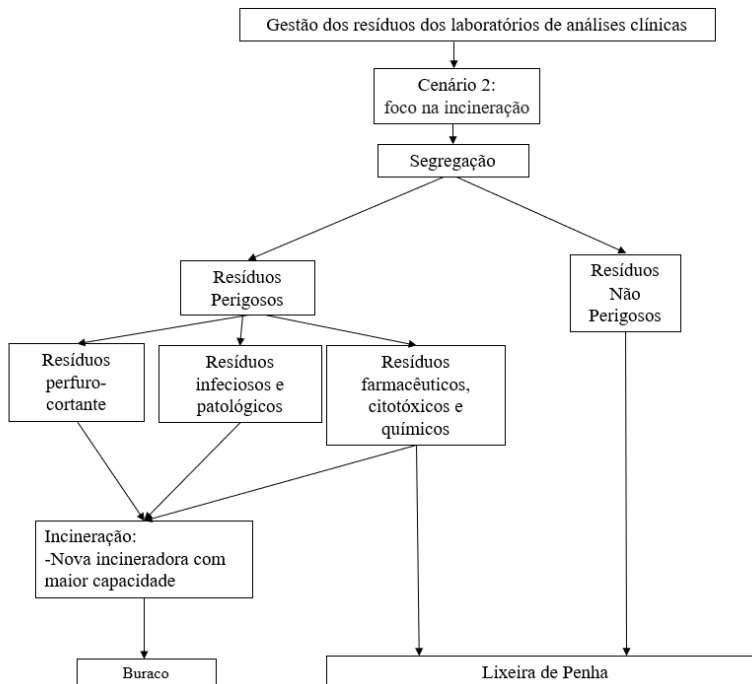


Figura 3: Cenário 2

Cenário 3: Criação de um Centro de Tratamento Integrado de todos os Resíduos de Serviços de Saúde.

A central dedicada será um local que apresentará todas as condições em termos de infraestrutura e equipamentos necessários para a eliminação segura dos resíduos de uma forma integrada, ou seja, todos os laboratórios terão os seus resíduos encaminhados para esta central. Com esta central os laboratórios não ficariam com certos tipos de resíduos, como os resíduos químicos guardados por tempo indeterminado em locais inadequados. A ideia desta central é receber todos os resíduos de todos os laboratórios e garantir a sua eliminação segura ao curto e médio prazo no país ou arranjar alternativas viáveis que não prejudica o meio ambiente. A central deverá criar uma rotina de recolha para evitar que os resíduos fiquem amontoados nos laboratórios por longos períodos já que a maioria dos laboratórios não possuem um local de armazenamento adequado para os resíduos.

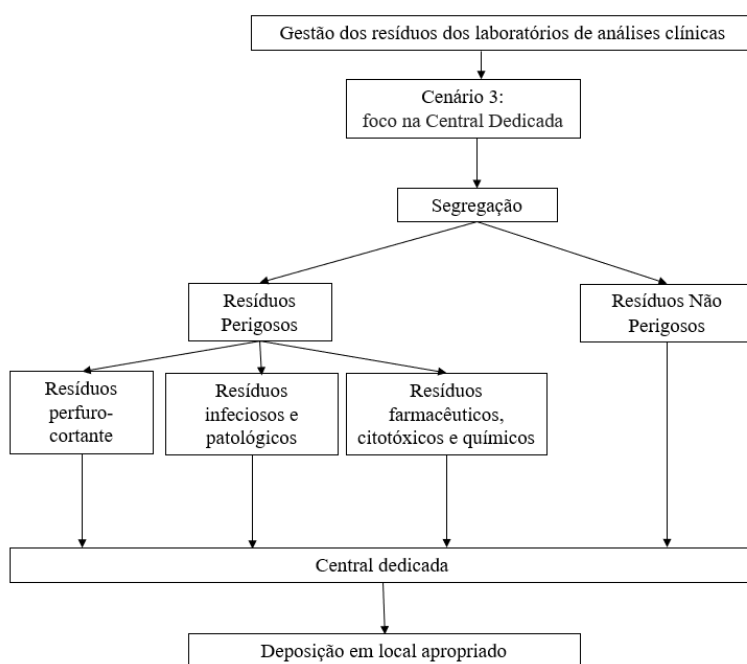


Figura 4: Cenário 3

1. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 2 (foco na incineração)

No que respeita a eliminação dos riscos biológicos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 2 com foco na incineração?

1.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



*Cenário 1(Foco na autoclave)
Cenário 2 (Foco na incineração)*

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 2 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

1.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

No que respeita a eliminação dos riscos biológicos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

1.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



*Cenário 1(Foco na autoclave)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)*

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

2.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Comparação entre cenário 2 (foco na incineração) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

Ainda em relação a eliminação dos riscos biológicos qual cenário julga preferível. O cenário 2 com foco na incineração ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

3.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 2 (Foco na incineração)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 2 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

3.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 2 (foco na incineração)

No que respeita destruição dos resíduos perfuro-cortantes qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 2 com foco na incineração?

4.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 2 (Foco na incineração)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 2 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

4.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

No que respeita a destruição dos resíduos perfuro-cortantes qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

5.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

5.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Comparação entre cenário 2 (foco na incineração) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

Ainda em relação a destruição dos resíduos perfuro-cortantes qual cenário julga preferível. O cenário 2 com foco na incineração ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

6.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 2 (Foco na incineração)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 2 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

6.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 2 (foco na incineração)

No que respeita a eliminação dos riscos químicos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 2 com foco na incineração?

7.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 2 (Foco na incineração)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 2 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

7.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

No que respeita a eliminação dos riscos químicos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

8.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

8.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Comparação entre cenário 2 (foco na incineração) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

Ainda em relação a eliminação dos riscos químicos qual cenário julga preferível. O cenário 2 com foco na incineração ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

9.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 2 (Foco na incineração)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 2 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

9.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 2 (foco na incineração)

No que respeita ao custo de aquisição dos equipamentos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem (aquisição de 10 autoclaves 270.960,00€) ou... cenário 2 com foco na incineração (aquisição de 1 incineradora 744.000,00€)?

10.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 2 (Foco na incineração)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 2 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

10.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

No que respeita ao custo de aquisição dos equipamentos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem (aquisição de 10 autoclaves 270.960,00€) ou... cenário 3 com foco na central dedicada (1.618.000,00€)?

11.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

11.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Comparação entre cenário 2 (foco na incineração) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

Ainda em relação ao custo de aquisição dos equipamentos qual cenário julga preferível. O cenário 2 com foco na incineração (aquisição de 1 incineradora 744.000,00€) ou... cenário 3 com foco na central dedicada (1.618.000,00€)?

12.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 2 (Foco na incineração)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 2 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

12.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 2 (foco na incineração)

No que respeita ao custo de manutenção dos equipamentos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem (7.000,00€) ou... cenário 2 com foco na incineração (24.000,00€)?

13.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 2 (Foco na incineração)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 2 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

13.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

No que respeita ao custo de manutenção dos equipamentos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem (7.000,00€) ou... cenário 3 com foco na central dedicada (35.000,00€)?

14.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

14.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Comparação entre cenário 2 (foco na incineração) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

Ainda em relação ao custo de manutenção dos equipamentos qual cenário julga preferível. O cenário 2 com foco na incineração (24.000,00€) ou... cenário 3 com foco na central dedicada (35.000,00€)?

15.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 2 (Foco na incineração)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 2 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

15.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 2 (foco na incineração)

No que respeita a geração de novos empregos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 2 com foco na incineração?

16.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



*Cenário 1(Foco na autoclave)
Cenário 2 (Foco na incineração)*

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 2 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

16.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

No que respeita a geração de novos empregos qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

17.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



*Cenário 1(Foco na autoclave)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)*

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

17.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Comparação entre cenário 2 (foco na incineração) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

Ainda em relação a geração de novos empregos qual cenário julga preferível. O cenário 2 com foco na incineração ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

18.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<input type="radio"/>	Cenário 2 (Foco na incineração)
<input type="radio"/>	Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 2 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

18.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 2 (foco na incineração)

No que respeita ao menor risco de trabalho qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 2 com foco na incineração?

19.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



*Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 2 (Foco na incineração)*

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau da preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 2 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

19.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Comparação entre cenário 1 (foco na autoclave) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

No que respeita ao menor risco de trabalho qual cenário julga preferível. O cenário 1 com foco na autoclavagem ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

20.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



*Cenário 1 (Foco na autoclave)
Cenário 3 (Foco na central dedicada)*

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 1 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

20.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Comparação entre cenário 2 (foco na incineração) vs. cenário 3 (foco na central dedicada)

Ainda em relação ao menor risco de trabalho qual cenário julga preferível. O cenário 2 com foco na incineração ou... cenário 3 com foco na central dedicada?

21.1 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado



Cenário 2 (Foco na incineração)

Cenário 3 (Foco na central dedicada)

Se julgar ambos os aspetos igualmente preferíveis, coloque cruces nos dois aspetos e responda '1' à questão abaixo.

Indique agora um valor entre 1 e 9 para o grau de preferência de um cenário em relação ao outro. Recorde que 1 significa que o cenário 2 e o cenário 3 são igualmente importantes e 9 significa que o cenário que julgou mais relevante é extremamente mais importante do que o outro.

21.2 Assinalar a opção escolhida pelo entrevistado

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Muito Obrigada pela sua colaboração!

Anexo VI: Resposta inquérito por questionário (primeira fase): Módulo 1

Laboratório	Classificação	Dimensão	Quantos utentes este laboratório recebe por dia?	Agrupados (utentes)	Quantas análises este laboratório realiza por dia?	Agrupados (análises)
Laboratório 1	Público	mais de 5 Salas	42	de 21-50 utentes	42	De 41-100 análises/dia
Laboratório 2	Público	2 Salas	15	Até 20 utentes	100	De 41-100 análises/dia
Laboratório 3	Público	3 Salas	50	De 21-50 utentes	500	Mais de 200 análises/dia
Laboratório 4	Público	3 Salas	20	Até 20 utentes	70	De 41-100 análises/dia
Laboratório 5	Privado	2 Salas	100	De 51-100 utentes	500	Mais de 200 análises/dia
Laboratório 6	Público	mais de 5 Salas	120	Mais de 100 utentes	700	Mais de 200 análises/dia
Laboratório 7	Privado	2 Salas	10	Até 20 utentes	10	Até 40 análises/dia
Laboratório 8	Público	2 Salas	10	Até 20 utentes	40	Até 40 análises/dia
Laboratório 9	Privado	3 Salas	100	De 51-100 utentes	100	De 41-100 análises/dia
Laboratório 10	Público	2 Salas	70	De 51-100 utentes	60	De 41-100 análises/dia
Laboratório 11	Público	1 Sala	30	Até 20 utentes	20	Até 40 análises/dia
Laboratório 12	Público	3 Salas	40	De 21-50 utentes	120	De 101-200 análises/dia
Laboratório 13	Público	mais de 5 Salas	10	Até 20 utentes	14	Até 40 análises/dia
Laboratório 14	Público	1 Sala	11	Até 20 utentes	27	Até 40 análises/dia

Resposta inquérito por questionário (primeira fase): Módulo 2

Laboratório	Grupos resíduos?	Separação dos resíduos?	Se sim, quais os grupos?	Correção da coluna I	Separação dos resíduos comuns?	Se sim, onde são colocados?	Pré- tratamento para os resíduos contaminadas?
Laboratório 1	Grupo I, III e IV	Sim	Lixo: Papel, luva, ponteiros, plástico; Lixo 2: Cartuchos, tubos de sangue, Tubos de amostras de tuberculose; Caixas de Kit	Grupo I, II, III e IV	Sim	Contentor de Lixo	Autoclavagem, Lixívia, Álcool 70%, Lisol
Laboratório 2	Grupo I, II e III	Sim	Lixo: Papel, luva, ponteiros, plástico; Lixo 2: tubos de sangue, Tubos de amostras de tuberculose; Lixos de COVID, Lixo de Seringa , Lixo de agulha	Grupo I, II, III e IV	Sim	Contentor de Lixo	Lixívia / hipoclorito
Laboratório 3	Grupo I e III	Sim	Lixo: Papel, luva, plástico, Lixo 2: tubos de sangue, Tubos de amostras de tuberculose; Lixo de agulha	Grupo I, II, III e IV	Sim	Contentor de Lixo	Não
Laboratório 4	Grupo I e III	Sim	Lixo: Papel, algodão, luva, plástico; Lixo de agulha, Lixo de seringa	Grupo I, II, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Não
Laboratório 5	Grupo I e III	Sim	Lixo: Papel, algodão, luva, plástico, máscara; Lixo de agulha, Lixo de seringa	Grupo I, II, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Não
Laboratório 6	Grupo I, II e III	Sim	Lixo de seringa; Lixo com material Biológico: luva, tubos de amostras, seringa; Lixo doméstico: papel, plástico, bata	Grupo I, II, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Não
Laboratório 7	Grupo I e III	Não	Tudo no mesmo lugar	Grupo I, II, III e IV	Não	Balde de Lixo	Não
Laboratório 8	Grupo I e III	Sim	Lixo: tubos de tuberculose; Lixo de papel,	Grupo I, II, III e IV	Sim	Contentor de Lixo	Lixívia / hipoclorito
Laboratório 9	Grupo I, III e IV	Sim	Lixo: papel; Lixo contaminado	Grupo I, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Autoclavagem, Lixívia, Álcool 70%
Laboratório 10	Grupo I e III	Sim	Lixo: papel, seringa, máscara, luva; Lixo: Agulha	Grupo I, II, III e IV	Não	Balde de Lixo	Não

Laboratório 11	Grupo I e III	Sim	Lixo: Papel, algodão, luva, plástico, máscara; Lixo de agulha	Grupo I, II, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Lixívia / hipoclorito
Laboratório 12	Grupo I e III	Sim	Lixo de agulha- Incineração Lixo: Papel, algodão, luva, plástico, máscara, seringa, objetos com sangue	Grupo I, II, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Lixívia / hipoclorito
Laboratório 13	Grupo I, III e IV	Sim	Lixo: Papel, plástico, luva, máscara, Lixo de Agulha; Lixo com tubo de sangue, Lixo com placas de meio de culturas	Grupo I, II, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Lixívia / hipoclorito
Laboratório 14	Grupo I, III e IV	Sim	Lixo: Papel, plástico, luva, máscara, Lixo de Agulha	Grupo I, III e IV	Sim	Balde de Lixo	Não

Resposta inquérito por questionário (primeira fase): Módulo 3

Laboratório	Qual a quantidade (volume) de lixos que são produzidos diariamente?	Agrupados (volume)?	Frequência de descartados?
Laboratório 1	60kg	mais de 50kg	Semanalmente
Laboratório 2	50kg	50kg	Sempre que a lixeira estiver cheia
Laboratório 3	10kg	10kg	Mensalmente
Laboratório 4	10kg	10kg	Diariamente e Semanalmente os que vão a incineradora
Laboratório 5	100kg	mais de 50kg	Sempre que a lixeira estiver cheia
Laboratório 6	50kg	50kg	Diariamente e Semanalmente os que vão a incineradora
Laboratório 7	5kg	5kg	Diariamente
Laboratório 8	5kg	5kg	Diariamente
Laboratório 9	5kg	5kg	Diariamente e Semanalmente os que vão a incineradora
Laboratório 10	5kg	5kg	Diariamente
Laboratório 11	2kg	2kg	Semanalmente
Laboratório 12	5kg	5kg	Diariamente

Laboratório 13	2kg	2kg	3 vezes por semana
Laboratório 14	30kg	30kg	Diariamente

Resposta inquérito por questionário (primeira fase): Módulo 4

Laboratório	Quem faz a coleta dos lixos do laboratório para outro local?	Onde São colocados depois de sair do laboratório?	Quem faz o transporte dos lixos do laboratório para o destino final?	Qual o destino final dos lixos?
Laboratório 1	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Casa de Lixo	Funcionário da incineradora e Câmara distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 2	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Contentor de Lixo da Câmara Distrital	Funcionário da incineradora e Câmara Distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 3	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Contentor de Lixo da Câmara Distrital	Funcionário da incineradora, Transporte do próprio laboratório, Câmara distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 4	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Amontoado em um lugar perto do laboratório ao céu aberto	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Incineração e Queima em um buraco no mato
Laboratório 5	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Amontoado em um lugar perto do laboratório ao céu aberto	Funcionário da incineradora e Câmara Distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 6	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Amontoado em um lugar perto do laboratório ao céu aberto	Funcionário da incineradora e Câmara Distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 7	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Casa de Lixo	Câmara distrital	Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 8	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Amontoado em um lugar perto do laboratório ao céu aberto	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Queima em um buraco no mato
Laboratório 9	Funcionário da Incineradora	Levados diretamente para destino final	Funcionário da incineradora e Câmara Distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 10	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Contentor de Lixo da Câmara Distrital	Funcionário da incineradora e Câmara Distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)

Laboratório 11	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Contentor de Lixo da Câmara Distrital	Funcionário da incineradora e Câmara Distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 12	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Amontoado em um lugar perto do laboratório ao céu aberto	Funcionário da incineradora e Câmara Distrital	Incineração e Lixeira do distrito (queima ao céu aberto)
Laboratório 13	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Levados diretamente para destino final	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Queima em lugar aberto e queima em lugar fechado no próprio recinto do laboratório
Laboratório 14	Funcionários do próprio laboratório sem especialização na área	Amontoado em um lugar perto do laboratório ao céu aberto	Funcionário da incineradora, Transporte do próprio laboratório	Incineração e Queima em um buraco no mato

Resposta inquérito por questionário (primeira fase): Módulo 5

Laboratório	Outro destino aos lixos produzidos nos laboratórios?	Se sim, qual?	Quais os principais problemas (de gestão) dos lixos neste laboratório?	Ideia para melhorar os problemas do lixo no laboratório?	Conhecimento da existência de alguma legislação em São Tomé sobre gestão dos resíduos dos laboratórios de análises clínica?
Laboratório 1	Não		Se autoclave estragar não se pode incinerar	Laboratório com sua própria incineradora	Não
Laboratório 2	Sim	Os não contaminados deveriam ter outro destino. Queimar em uma incineradora interna para fazer adubo.	Arranjar forma de eliminar lixo secretaria	Laboratório com sua própria incineradora	Não
Laboratório 3	Sim	Pela dimensão deveria ter uma incineradora própria para tratar os seus lixos, assim não haveria acúmulo em vez de mensal poderia incinerar semanalmente	Acumular o lixo depois enviar	Laboratório com sua própria incineradora	Não
Laboratório 4	Sim	Deveria reciclar materiais como papel	Falta de autoclave e queima no buraco não é o mais adequado porque tem materiais que não queimam totalmente	Laboratório com sua própria incineradora e Autoclave	Não

Laboratório 5	Sim	Deveria ter autoclave e incineradora própria	Não ter um autoclave e incineradora própria	Laboratório com sua própria incineradora e Autoclave	Não
Laboratório 6	Sim	O senhor da incineradora deixa os lixos acumularem. No caso dos lixos biológicos a incineradora não tem condições para incinerar todo o lixo, ou uma com capacidade para incinerar tudo	Deveria ter balde adequado para o tratamento, balde adaptado ou balde com pedal	Balde e Formação	Não
Laboratório 7	Sim	Cavar e enterrar, queimar	Não existe problema porque os lixos são colocados no saco de plástico e descartado diariamente	Buraco para queimar lixo	Não
Laboratório 8	Sim	Um buraco para queimar	Todos os lixos vão ao mesmo lugar	Buraco para queimar lixo	Não
Laboratório 9	Não	Não	Não há	Não	Não
Laboratório 10	Sim	Os lixos devem ser destruídos porque são produtos que aquecem o solo e plástico não dissolve com rapidez	Não há	Um lugar onde não haja mosca barata rato e cães	Não
Laboratório 11	Sim	Dar mais atenção sendo o lixo perigoso recolher todos os dias para não ficar a espera	Acumular o lixo depois enviar os animais como mosca, cães rasgam o lixo	Laboratório com sua própria incineradora ou um meio de transporte para levar o lixo a incineradora	Não
Laboratório 12	Sim	Dentro do laboratório o lixo é separado, deveria melhorar a saída dos lixos do laboratório, se tiver que guardar todo lixo não tem espaço suficiente e fica com cheiro mosca cães	No laboratório não tem problema, retirada e destino final que tem problemas	Não cabe ao laboratório dar ideia	Não
Laboratório 13	Sim	Criar uma incineradora modelo mais amiga do ambiente com filtro para não complicar a camada de ozono	Por não se tratar de grande volume, dar um melhor tratamento ao lixo. Dificuldade em adquirir plástico adequado	Aquisição de plástico em quantidades suficientes	Não
	Sim	Uma incineradora própria para não depender da outra	Não existe problemas dentro do laboratório, o problema esta fora	Incineradora no distrito para acompanhar o processo	Não

Laboratório 14			porque não se sabe se vão queiram mesmo ou não		
----------------	--	--	---	--	--

Anexo VII: Resposta inquérito por entrevista (segunda fase)

Funcionamento da Incineradora: Módulo 1

Perguntas	Respostas
Que tipo de resíduos são incinerados nesta incineradora?	Agulha, Bisturi, placenta e medicamento expirado
Quais materiais são incinerados nesta incineradora?	Atualmente são incinerados placenta e agulhas
De onde vem os resíduos para serem incinerados? De todos os laboratórios do país ou de outros locais?	Do hospital e dos laboratórios
Se outros locais, quais?	
Quantos resíduos são atualmente incinerados?	210kg por incineração
A incineradora está a ser operada na capacidade máxima ou ainda podia receber mais resíduos?	Sua capacidade máxima é 240kg
Quantos resíduos, no máximo, podem ser incinerados por dia/mês ou ano por esta incineradora?	2 ciclos por dia de 240 kg
A incineradora está sempre ligada ou funciona só às vezes?	Atualmente está parada, mas quando estava a funcionar pelo menos 2 vezes por dia
Se funcionar só às vezes, qual é a frequência de funcionamento?	Funciona quando tem todos os requisitos (água, luz elétrica principalmente e combustível)
Pode me dizer de forma resumida qual a tecnologia utilizada para a incineração?	Existe um depósito de água que liga até a incineradora via uma motobomba, que é ligada e envia água para o depósito da incineradora. La recebe 600l de água e dilui-se a soda cáustica. No depósito de combustível é adicionado o combustível. Tem um botão para se ligar e verificar na placa se todos os componentes estão em conformidade. Dar início. Ela atinge uma temperatura de 1300°C. Usa 1000l de gasóleo
Existe algum sistema de tratamento dos gases?	Sim, existe um filtro para tratar os gases tóxicos
Se sim, em que consiste este sistema?	Não sei explicar bem, mas a soda cáustica também ajuda neste sistema. E os resíduos são libertados em uma fossa
Qual é o tipo de energia utilizada na incineradora?	Elétrica
Se a incineradora funciona com energia elétrica, quando não há o fornecimento da mesma qual a alternativa para o funcionamento?	Quando não há energia ela não funciona
A quantidade de energia gasta é em função dos tipos de resíduos, quantidades ou ciclo da incineradora?	Não sabemos a quantidade de energia, mas a incineradora fica ligada 4-5 horas
Quanto gasta de energia por cada tonelada (/kg) de resíduos que é incinerada?"	Não sabemos
É utilizada água na incineração?	Sim
Se sim, para que serve essa água?	Serve para esfriar o aparelho e para fazer a diluição da soda cáustica.
Se sim, qual a quantidade?	600l de água
Qual o produto final da incineração?	Cinza e metais como restos de agulha.
Qual o volume do produto final da incineração?	20-25kg.
Onde são destinados esses produtos finais?	Buraco controlado no subterrâneo da incineradora

Logística da Incineração: Módulo 2

Perguntas	Respostas
-----------	-----------

Com que frequência a incineradora recebe os resíduos?	1 vez por mês do hospital, mas dos laboratórios recebemos quando as caixas de agulhas ficam cheias o que pode levar 2-3 meses.
Quem faz o transporte dos resíduos até a incineradora?	A gestão da incineradora faz o transporte dos resíduos do Hospital e cada laboratório traz o seu resíduo.
Que meios são utilizados para o transporte?	Um veículo com cabine fechada adaptada para esse tipo de resíduo.
Esse transporte é cobrado?	Não, mas existe uma cooperação com os laboratórios. Mas os laboratórios Públicos não pagam. Antes havia financiamento de doadores externos, mas acabou.
Após os resíduos serem rececionados na incineradora, são sujeitos a algum tipo de tratamento antes de serem incinerados?	Não
Se sim, qual?	

Gestão da incineradora: Módulo 3

Perguntas	Respostas
Quem faz a gestão da incineradora?	Ministério da Saúde através do Centro de Gestão de Resíduos de Serviço de Saúde
Quais os custos com a incineração?	A incineração tem custos com água, energia, eletricidade
Quanto é cobrado às empresas, centros de saúde, hospitais e laboratórios que envia resíduos para incinerar?	Não se cobra nada
Existe algum constrangimento atualmente que condiciona o bom funcionamento da incineradora?	Sim
Se sim, qual?	falta de água, energia elétrica, falta de meios financeiros equipamentos de proteção individual.
Na sua opinião que pode ser feito para melhorar o funcionamento da incineradora?	Estímulo aos funcionários, manutenção periódica, financiamento periódico.

Anexo VIII: Dados AHP

Cálculo das prioridades finais segundo o especialista social

Subcritério	peso critério	peso subcrit.	cenário	peso cenário	subtotal
Biológicos	0,74446321	0,33333333	1-autoclave	0,06834499	0,01696011
	0,74446321	0,33333333	2-incineração	0,1722186	0,0427368
	0,74446321	0,33333333	3-central	0,75943641	0,18845749
perfuro-cort.	0,74446321	0,33333333	1-autoclave	0,06834499	0,01696011
	0,74446321	0,33333333	2-incineração	0,1722186	0,0427368
	0,74446321	0,33333333	3-central	0,75943641	0,18845749
Químicos	0,74446321	0,33333333	1-autoclave	0,07589654	0,01883406
	0,74446321	0,33333333	2-incineração	0,15787117	0,03917643
	0,74446321	0,33333333	3-central	0,76623229	0,19014392
cust. aquisição	0,10563807	0,25000002	1-autoclave	0,09716915	0,00256619
	0,10563807	0,25000002	2-incineração	0,20211999	0,00533789
	0,10563807	0,25000002	3-central	0,70071086	0,01850544
cust. manut.	0,10563807	0,74999998	1-autoclave	0,20211999	0,01601367
	0,10563807	0,74999998	2-incineração	0,09716915	0,00769857
	0,10563807	0,74999998	3-central	0,70071086	0,05551631
Emprego	0,14989871	0,25000002	1-autoclave	0,06834499	0,00256121
	0,14989871	0,25000002	2-incineração	0,1722186	0,00645384
	0,14989871	0,25000002	3-central	0,75943641	0,02845964
riscos laborais	0,14989871	0,74999998	1-autoclave	0,49907986	0,05610857
	0,14989871	0,74999998	2-incineração	0,10480021	0,01178206
	0,14989871	0,74999998	3-central	0,39611993	0,0445334

Cálculo das prioridades finais segundo o especialista ambiental

Subcritério	peso critério	peso subcrit.	Cenário	peso cenário	subtotal
Biológicos	0,40538755	0,31891712	1-autoclave	0,5415275	0,0700114
	0,40538755	0,31891712	2-incineração	0,07684187	0,0099345
	0,40538755	0,31891712	3-central	0,38163063	0,04933913
perfuro-cort.	0,40538755	0,45995811	1-autoclave	0,13068332	0,02436738
	0,40538755	0,45995811	2-incineração	0,62234064	0,11604244
	0,40538755	0,45995811	3-central	0,24697604	0,04605147
Químicos	0,40538755	0,22112477	1-autoclave	0,08728408	0,00782425
	0,40538755	0,22112477	2-incineração	0,6927739	0,0621011
	0,40538755	0,22112477	3-central	0,21994202	0,01971587
cust. aquisição	0,11397239	0,5	1-autoclave	0,20211999	0,01151805
	0,11397239	0,5	2-incineração	0,09716915	0,0055373
	0,11397239	0,5	3-central	0,70071086	0,03993085

cust. manut.	0,11397239	0,5	1-autoclave	0,57500328	0,03276725
	0,11397239	0,5	2-incineração	0,12074312	0,00688069
	0,11397239	0,5	3-central	0,3042536	0,01733826
Emprego	0,48064006	0,25000002	1-autoclave	0,20211999	0,02428674
	0,48064006	0,25000002	2-incineração	0,09716915	0,01167585
	0,48064006	0,25000002	3-central	0,70071086	0,08419743
riscos laborais	0,48064006	0,74999998	1-autoclave	0,67256523	0,24244634
	0,48064006	0,74999998	2-incineração	0,06052708	0,0218188
	0,48064006	0,74999998	3-central	0,26690769	0,09621489

Cálculo das prioridades finais segundo o especialista económico

Subcritério	peso critério	peso subcrit.	cenário	peso cenário	subtotal
Biológicos	0,6927739	0,782981	1-autoclave	0,08728408	0,0473454
	0,6927739	0,782981	2-incineração	0,6927739	0,37578051
	0,6927739	0,782981	3-central	0,21994202	0,11930289
perfuro-cort.	0,6927739	0,15536311	1-autoclave	0,08728408	0,00939452
	0,6927739	0,15536311	2-incineração	0,6927739	0,0745643
	0,6927739	0,15536311	3-central	0,21994202	0,02367269
Químicos	0,6927739	0,06165589	1-autoclave	0,0827348	0,0035339
	0,6927739	0,06165589	2-incineração	0,6566668	0,0280486
	0,6927739	0,06165589	3-central	0,2605984	0,01113109
cust. aquisição	0,21994202	0,16666664	1-autoclave	0,6566668	0,02407143
	0,21994202	0,16666664	2-incineração	0,2605984	0,00955276
	0,21994202	0,16666664	3-central	0,0827348	0,00303281
cust. manut.	0,21994202	0,83333336	1-autoclave	0,71470956	0,13099556
	0,21994202	0,83333336	2-incineração	0,21849437	0,04004675
	0,21994202	0,83333336	3-central	0,06679607	0,01224272
Emprego	0,08728408	0,33333333	1-autoclave	0,0827348	0,00240714
	0,08728408	0,33333333	2-incineração	0,6566668	0,01910552
	0,08728408	0,33333333	3-central	0,2605984	0,00758203
riscos laborais	0,08728408	0,66666667	1-autoclave	0,0827348	0,00481429
	0,08728408	0,66666667	2-incineração	0,6566668	0,03821104
	0,08728408	0,66666667	3-central	0,2605984	0,01516406