

**UNIVERSIDADE ABERTA**



UNIVERSIDADE  
**AbERTA**  
www.uab.pt

***A Blockchain* no Sistema de Gestão da Qualidade dos Produtos  
Pré-Esforçados em Betão**

**Paulo Joaquim de Jesus Rocha**

**Mestrado em Gestão**

Dissertação orientada pela Professora Doutora:

Maria do Rosário de Abreu de Matos Bernardo

**Junho de 2022**

A presente dissertação apenas pode ser utilizada nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso desta dissertação em condições não previstas na licença indicada, deverá contactar o autor, através do Repositório Aberto (Repositório Institucional da Universidade Aberta).



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**  
**CC BY-NC-ND**

## **Agradecimentos**

É, nesta fase do meu percurso acadêmico, tempo de refletir acerca de todos aqueles que contribuíram, para que este trajeto fosse sempre revestido de sucesso.

No entanto, não serão as páginas desta dissertação suficientes para enumerar cada um dos nomes de pessoas, instituições ou organizações que me incentivaram e apoiaram sem hesitação, ao longo deste caminho.

Assim, a todos, deixo aqui o meu profundo agradecimento!

## **Dedicatória**

Esta dissertação é dedicada a todos aqueles que procuram fazer de cada adversidade uma infinidade de oportunidades.

---

**DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

**STATEMENT OF INTEGRITY**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente dissertação/tese. Confirmando que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri à prática de plágio ou a qualquer outra forma de falsificação de resultados.

Mais declaro que tomei conhecimento integral do Regulamento Disciplinar da Universidade Aberta, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 215, de 6 de novembro de 2013.


I hereby declare having conducted my thesis with integrity. I confirm that I have not used plagiarism or any form of falsification of results in the process of the thesis elaboration.

I further declare that I have fully acknowledged Disciplinary Regulations of the Universidade Aberta (regulation published in the official journal Diário da República, 2.ª série, N.º 215, de 6 de novembro de 2013).

Universidade Aberta, 03 de maio de 2022

Nome completo/Full name: Paulo Joaquim de Jesus Rocha

Assinatura/Signature:



manuscrita ou digital / handwritten or digital

## **Resumo**

A indústria dos produtos pré-esforçados em betão é uma indústria que sente algumas dificuldades no incremento de novas tecnologias, já a tecnologia *Blockchain*, tem demonstrado ser uma tecnologia cujas propriedades, podem trazer vantagens nas mais diversas aplicações onde já se encontra implementada.

Desta forma, com o intuito de contribuir para uma maior integração da tecnologia nesta indústria, e mais especificamente no Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) dos produtos pré-esforçados, esta pesquisa exploratória, utilizando o estudo de caso como estratégia e o questionário como técnica de recolha de dados, para dar resposta à questão: “Como pode a tecnologia *Blockchain* ser aplicada no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão?”.

Assim, ao longo da pesquisa, foram aplicados questionários aos diferentes departamentos da empresa Pavinorte e a especialistas em tecnologia *Blockchain*. Os resultados obtidos, após terem sido analisados, foram relacionados com a literatura disponível, permitindo concluir que a tecnologia *Blockchain* pode ser aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão e que a utilização de uma rede *Blockchain* Federada, em que cada departamento funcione como um nó da rede, com a possibilidade de alargamento a fornecedores e projetistas, é uma boa solução para a integração da tecnologia *Blockchain* no Sistema de Gestão da Qualidade dos produtos pré-esforçados em betão., contribuindo, desta forma, para que este se torne mais eficaz e eficiente na sua atuação ao longo de todo o ciclo de vida destes produtos.

## **Palavras-Chave**

*Blockchain*, Gestão da Qualidade, Normas ISO, Pré-esforçados, Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)

## **Abstract**

The industry of prestressed concrete products faces some difficulties in the increment of new technologies. Nevertheless, the Blockchain technology has proved to have properties that may provide benefits in the most diverse applications where it is already implemented.

In this way, with the aim of contributing for a greater integration of this technology in this industry, and more specifically in the quality management system (QMS) of the prestressed concrete products, this exploratory research, using the case study as a strategy and the questionnaire as a data collection technique, to answer the question: “How can Blockchain technology be applied in the quality management system of prestressed concrete products?”

Therefore, throughout the research, questionnaires were applied to the different departments of Pavinorte company as well as Blockchain technology experts. The results obtained, after having been analysed, were related to the available literature, allowing to conclude that Blockchain technology can be applied to the QMS of the prestressed products and that the use of a Federated Blockchain network, in which each department will function as a node of the network, with the possibility of extending to suppliers and designers, is a good solution for the integration of Blockchain technology in the Quality Management System of prestressed concrete products, contributing to its more effective and efficient performance throughout the life cycle of these products.

### **Key Words**

*Blockchain*, Quality Management, ISO Norms, Prestressed, Quality Management System (QMS)

## Índice:

1.	Introdução.....	13
1.1.	Enquadramento e Motivação.....	14
1.2.	Descrição do Problema de Investigação.....	14
1.3.	Questão e Objetivos de Investigação .....	15
1.4.	Estrutura da Dissertação.....	16
2.	Revisão da Literatura .....	18
2.1.	Gestão da Qualidade.....	18
2.2.	Sistemas de Gestão da Qualidade: as normas NP EN ISO 9001-2015 e NP EN ISO 9004-2011.....	21
2.3.	Os Produtos Pré-Esforçados em Betão: normas NP EN 13369-2015 e NP EN 15037-1-2008 .....	29
2.4.	Auditorias: norma NP EN ISO 19011-2019 .....	32
2.5.	O que é e como funciona a <i>Blockchain</i> .....	40
2.6.	Evolução da <i>Blockchain</i> .....	44
2.7.	<i>Blockchain</i> Público, Privado e Federado.....	46
2.8.	As Aplicações da Tecnologia <i>Blockchain</i> .....	49
3.	Metodologia .....	57
3.1.	Tipos de Investigação e Estratégia de Investigação .....	57
3.2.	Identificação do Tipo de Dados .....	58
3.3.	Técnica de Recolha e Análise de Dados .....	59
4.	Análise e Apresentação de Resultados.....	61
4.1.	Resultados obtidos na empresa em estudo .....	61
4.1.1.	Identificação e descrição das etapas do processo produtivo e das fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão .....	61
4.1.2.	Atuação do SGQ ao longo das etapas do processo produtivo e das fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão .....	65
4.2.	Resultados obtidos através dos especialistas em tecnologia <i>Blockchain</i> . .....	68
5.	Discussão dos Resultados.....	74
5.1.	Relação entre os dados obtidos na empresa e a literatura disponível.....	74
5.2.	Relação entre os dados obtidos através de especialistas em tecnologia <i>Blockchain</i> e a literatura disponível .....	76

6. Conclusão.....	79
6.1. Limitações da pesquisa .....	80
6.2. Sugestões para futuras pesquisas .....	80
Referências Bibliográficas:.....	82
Anexos .....	86
Anexo I – Questionário dirigido ao responsável pelo Departamento da Qualidade da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a. ....	87
Anexo II – Resposta a Questionário dirigido ao responsável pelo Departamento da Qualidade da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a. ....	90
Anexo III – Questionário dirigido à Administração da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a. ....	97
Anexo IV – Resposta a Questionário dirigido à Administração da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a. ....	100
Anexo V – Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia <i>Blockchain</i> . ....	104
Anexo VI – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia <i>Blockchain</i> . (Especialista 1).....	108
Anexo VII – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia <i>Blockchain</i> . (Especialista 2).....	115
Anexo VIII – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia <i>Blockchain</i> . (Especialista 3).....	121
Anexo IX – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia <i>Blockchain</i> . (Especialista 4).....	127

## Índice de Figuras:

Figura 2.1: Evolução histórica da qualidade .....	20
Figura 2.2: Representação esquemática dos elementos de um processo simples. ....	26
Figura 2.3: Representação da estrutura da NP EN ISO 9001, 2015 no ciclo PDCA .....	27
Figura 2.4: Modelo alargado de um sistema de gestão pela qualidade baseada em processos .....	28
Figura 2.5: Fluxo do processo para a gestão de um programa de auditoria.....	35
Figura 2.6: Funcionamento da Blockchain .....	43
Figura 2.7: História da tecnologia Blockchain.....	44
Figura 2.8: Diferentes tipos de tecnologia Blockchain para empresas. ....	47
Figura 2.9: Aplicações da Blockchain. ....	52
Figura 2.10: Fluxograma para identificação da necessidade de utilização da Blockchain ..	56
Figura 4.1: Fluxograma de fabrico.....	62
Figura 5.1: Aplicação da Blockchain ao caso em estudo.....	75
Figura 5.2: Verificação da aplicabilidade da tecnologia Blockchain ao caso em estudo ....	77

## Índice de Quadros:

Quadro 2.1: As quatro eras da qualidade .....	19
Quadro 2.2: Inspeção do processo de vigotas.....	30
Quadro 2.3: Inspeção do produto acabado-vigotas.....	31
Quadro 2.4: Métodos de auditoria .....	40
Quadro 2.5: Blockchain Público vs Privado vs Federado. ....	48
Quadro 2.6: Impactos trazidos pela Blockchain na contabilidade (Tabela 02) .....	50
Quadro 2.7: As oito funções de ouro da Blockchain (Tabela 01).....	51
Quadro 2.8: Possíveis vantagens da aplicação da tecnologia Blockchain na agricultura. ...	54
Quadro 4.1: Atuação do SGQ, no departamento de marketing, vendas e serviços pós-venda e nas auditorias.....	66
Quadro 4.2: Atuação do SGQ, na fase 1 do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão e nas várias etapas do seu processo produtivo. ....	67
Quadro 4.3: Atuação do SGQ, nas fases 2 e 3 do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados .....	68

## **Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos**

BIM - *Building Information Modeling*

EN - Norma Europeia

ISO – Organização Internacional de Normalização

NP – Norma Portuguesa

PDCA – Ciclo *Plan-Do-Check-Act* (Planear-Executar-Verificar-Atuar)

QMS - *Quality Management System*

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

# 1. Introdução

A indústria dos produtos pré-esforçados em betão não tem sido capaz de acompanhar a evolução tecnológica, mantendo-se presa a tecnologias com vários anos. No entanto, a estes produtos, pela sua especificidade, é exigido um controle de qualidade muito rigoroso, já que na sua utilização a segurança é essencial, sem qualquer possibilidade de erro.

O “pré-esforço é uma técnica que consiste em introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar a sua resistência ou comportamento, sob ação de diversas condições de carga” (Veríssimo, 1998), citado em Oliveira (2012, p. 3), e os produtos pré-esforçados em betão caracterizam-se pela utilização na sua estrutura, de aço de alta resistência em conjunto com o betão, de forma a obter uma resistência às trações instaladas por parte do aço e que o betão suporte as compressões. Estes produtos são, na sua maioria, utilizados em construção de habitações ou edifícios similares, como são exemplo as vigotas prefabricadas em betão, logo, a exigência de qualidade e segurança é imprescindível.

Estas exigências, obrigam a que estes produtos estejam sujeitos a requisitos muito específicos, levando a gestão da qualidade a necessitar de uma infinidade de registos ao longo do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados e do seu processo produtivo. Registos estes, cuja disponibilidade deve ser permanente e a informação extraída destes dar garantia de fiabilidade, o que atualmente nem sempre é possível garantir, visto que são ainda muitas vezes efetuados de forma manual e guardados em suportes físicos, como o papel, ou através de tecnologias desatualizadas ou mesmo desadequadas, sem as especificidades ideais para tratar dados de tao elevada importância.

Assim, esta investigação propôs-se através do tema: “A aplicação da tecnologia *Blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”, levar a cabo um estudo que incida na possibilidade de levar uma tecnologia muito recente e em crescimento e cujas características podem garantir informação de alta qualidade a um setor que carece de inovação, e verificar a sua aplicabilidade na gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão.

## 1.1. Enquadramento e Motivação

Os produtos pré-esforçados em betão para a construção são ainda um produto com um elevado peso no setor da construção nacional, que teima em resistir fortemente à mudança e à inovação. É certo que esta resistência à mudança, e consequentemente à inovação tecnológica, se deve aos mais variados fatores, entre eles os fatores culturais. No entanto, a enorme abrangência de áreas que, direta ou indiretamente, afetam a indústria da construção traduz-se num elevado número de empresas, as quais serão facilmente afetadas por qualquer mudança no setor, criando-se assim uma resistência forte à mudança, tornando-a muito lenta. Para Nawari & Ravindran, (2019, p. 224) “*changes are largely impeded by the fragmented nature of the construction sector*”. Desta forma, se qualquer mudança neste setor é difícil e lenta, num produto fulcral ao setor, esta será ainda mais difícil. A importância dos produtos pré-esforçados em betão, pela necessidade de darem fortes garantias de segurança e qualidade aos clientes, gera sempre desconfiança e, desta forma, resistência sempre que se pretende qualquer mudança nos seus processos. Isto não implica, no entanto, que a mudança não seja necessária, pois cada vez mais a era da informação exige das empresas uma capacidade de acompanhar a evolução tecnológica e de ser capaz de a usar na sua criação de valor. Assim, pretendendo dar contributo à introdução de novas tecnologias na produção de produtos pré-esforçados em betão, uma abordagem adequada é fazê-lo com incidência na gestão da qualidade desses produtos. Se a tecnologia for capaz de dar melhor garantia de qualidade, estará também a dar um passo na diminuição da resistência à mudança neste setor. Assim, este estudo, abordando o tema: “A aplicação da tecnologia *Blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”, procurou contribuir para a melhoria do sistema de gestão da qualidade destes produtos.

## 1.2. Descrição do Problema de Investigação

Na presente pesquisa a escolha recai sobre um tema em que a informação é limitada e os estudos são praticamente inexistentes. Associando-se a esta situação, o facto da tecnologia *Blockchain* se manter muito relacionada com as moedas digitais e a indústria dos produtos pré-esforçados continuar a resistir à evolução tecnológica, mantendo a utilização de

tecnologias desatualizadas, tornou-se ainda mais evidente a necessidade da elaboração deste estudo.

Tornou-se, ainda necessário definir sobre o que mais especificamente se propôs nesta pesquisa, de forma a dar resposta à questão de investigação. Assim, através de critérios rigorosos é possível chegar aquilo a que o estudo se propõe a responder, o problema deste estudo que se centra na possível relação entre a tecnologia *Blockchain* e a sua aplicabilidade na gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão.

### **1.3. Questão e Objetivos de Investigação**

Depois de definido o tema da investigação e identificado o problema, foi necessário definir a questão de partida, em que se procurou incluir as qualidades enunciadas por Quivy & Campenhoudt (1998), e os objetivos da investigação, tendo assim, sido possível chegar à seguinte questão de partida que guiará toda a investigação:

- Como pode a tecnologia *Blockchain* ser aplicada no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão?

A partir do tema da investigação, e com o problema de pesquisa e a questão de investigação identificados, é possível proceder à definição dos objetivos geral e específicos da investigação. Assim, de acordo com os critérios exigidos e com o tema desta pesquisa, é possível identificar os seguintes objetivos:

- Objetivo geral:

- Aprofundar o estudo da tecnologia *Blockchain* e a sua aplicabilidade nos sistemas de gestão da qualidade de produtos pré-esforçados de betão para a construção.

- Objetivos específicos:

- Identificar e descrever as funcionalidades da tecnologia *Blockchain*;

- Identificar e descrever as normas de gestão da qualidade aplicadas ao sistema de gestão da qualidade da empresa em estudo;
- Analisar o sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão da empresa em estudo;
- Descrever a gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão da empresa em estudo;
- Descrever o ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão e o seu processo produtivo;
- Identificar aspetos do sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão, que podem beneficiar da aplicação das diversas funcionalidades da tecnologia *Blockchain*;
- Apresentar propostas de integração da tecnologia *Blockchain* ao sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão.

#### **1.4. Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em seis (6) capítulos.

Na introdução (capítulo 1), é feito um enquadramento geral e relevância do tema da investigação, sendo ainda apresentados as questões e objetivos geral e específicos da investigação bem como a descrição da problemática da investigação. É ainda na introdução que se apresenta a estrutura da dissertação resultante deste trabalho de investigação.

No capítulo 2 apresenta-se a revisão da literatura, na qual se debatem os temas relacionados com o problema da investigação, nomeadamente a tecnologia *Blockchain* como possibilidade de dinamizar a mudança/evolução tecnológica na indústria dos produtos pré-esforçados, bem como da aplicação das suas funcionalidades no SGQ destes produtos. Sendo também neste capítulo apresentados os principais conceitos e aspetos

relevantes da investigação. Apresentam-se assim os conceitos acerca da gestão da qualidade, as normas ISO que são utilizadas pela empresa em estudo no Sistema de Gestão da Qualidade, bem como aquelas que são necessárias à produção, homologação e certificação dos produtos pré-esforçados. São ainda apresentados os conceitos relativos à tecnologia *Blockchain*, como: *Blockchain* Público, Privado, Federado; a sua evolução histórica; e ainda as aplicações da tecnologia *Blockchain* que já se encontram estudadas na literatura existente ou em funcionamento no mercado.

No capítulo 3 apresenta-se a metodologia utilizada na investigação, que se baseia num estudo exploratório que utiliza o estudo de caso como estratégia de investigação e o questionário, como técnica de recolha de dados.

No capítulo 4 é elaborada a análise e apresentação dos dados, incidindo inicialmente sobre os dados obtidos na empresa em estudo e terminando com os dados obtidos através de especialistas em *Blockchain*.

A discussão de resultados é apresentada no capítulo 5 da dissertação, comparando os dados obtidos através dos questionários com a literatura disponível, resumindo-os de forma a tornar clara a sua interpretação e, por sua vez, a extração das necessárias conclusões.

Para terminar, são apresentadas as conclusões sobre a investigação, respondendo diretamente aos objetivos principais definidos. Seguem-se as limitações da pesquisa e propostas para futuras investigações, a bibliografia e anexos.

## **2. Revisão da Literatura**

Na presente revisão de literatura procurou-se aprofundar o conhecimento acerca da tecnologia *Blockchain*, tendo como base a literatura existente. No entanto, e não sendo possível encontrar literatura específica sobre a aplicação desta tecnologia aos produtos pré-esforçados em betão e à gestão da qualidade dos mesmos, esta análise foi feita com base no estudo do funcionamento da tecnologia *Blockchain* e da sua aplicabilidade nos diversos setores onde esta já se encontra operacional, e sobre os quais existem já vários estudos científicos, assim como em algumas das normas que fornecem indicações sobre a gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados e para realização de auditorias que aprofundaremos o conhecimento necessário para dar a melhor resposta à questão de investigação.

Assim, na presente revisão de literatura, pretende dar-se a conhecer as orientações que as normas portuguesas relacionadas com a gestão da qualidade, produtos pré-esforçados e auditorias nos disponibilizam, bem como a história da tecnologia *Blockchain*, o seu conceito, como esta funciona e as suas atuais e possíveis aplicações, para que seja possível saber como aplicar a tecnologia *Blockchain* no sistema de gestão da qualidade nos produtos pré-esforçados em betão.

### **2.1. Gestão da Qualidade**

O conceito de qualidade nem sempre tem sido consensual estando ligada a sua evolução, sobretudo, à forma como evolui a perceção do consumidor acerca da qualidade de determinado produto ou serviço.

Qualidade existe, segundo Garvin (2002), desde há milénios, ou, de acordo com Pires (2012, p. 49), desde os “mais remotos tempos de produção de ferramentas para a satisfação de necessidades individuais”.

No entanto, apenas recentemente, mais concretamente no pós revolução industrial, a qualidade surge como função da gestão, passando a existir a necessidade de gerir a qualidade e levando ao aparecimento de diferentes perspetivas aliadas ao conceito de qualidade, apresentadas por diversos autores: para Crosby (1980), citado em Salazar (2019,

p. 6) “qualidade significa conformidade com os requisitos”, neste sentido, Crosby (1990) cria o conceito “Defeito Zero”, onde o ideal é fazer bem à primeira, evitando também assim o custo da não qualidade; para Juran & Godfrey (1998), citado em Salazar (2019, p. 6), qualidade é “adequação ao uso”; para Sampaio (2014), também citado em Salazar (2019, p. 6), qualidade é “dar ao cliente aquilo que ele quer, e se possível, superar a expectativa”; a Norma NP EN ISO 9000 (2015, p. 24) define qualidade como sendo o “grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas de um objeto”. Assim sendo, pode dizer-se que qualidade é a satisfação de requisitos previamente estabelecidos, de forma a que o produto/serviço seja adequado ao uso pretendido, satisfazendo, ou superando assim as necessidades do consumidor.

É assim consensual entre os diversos autores, que as profundas transformações provocadas pela revolução industrial, impuseram uma preocupação maior pela gestão da qualidade. Da mesma forma, é consensual, quando procuramos definir qualidade e a sua evolução, a utilização da divisão em quatro fases históricas propostas por David Garvin (1992).

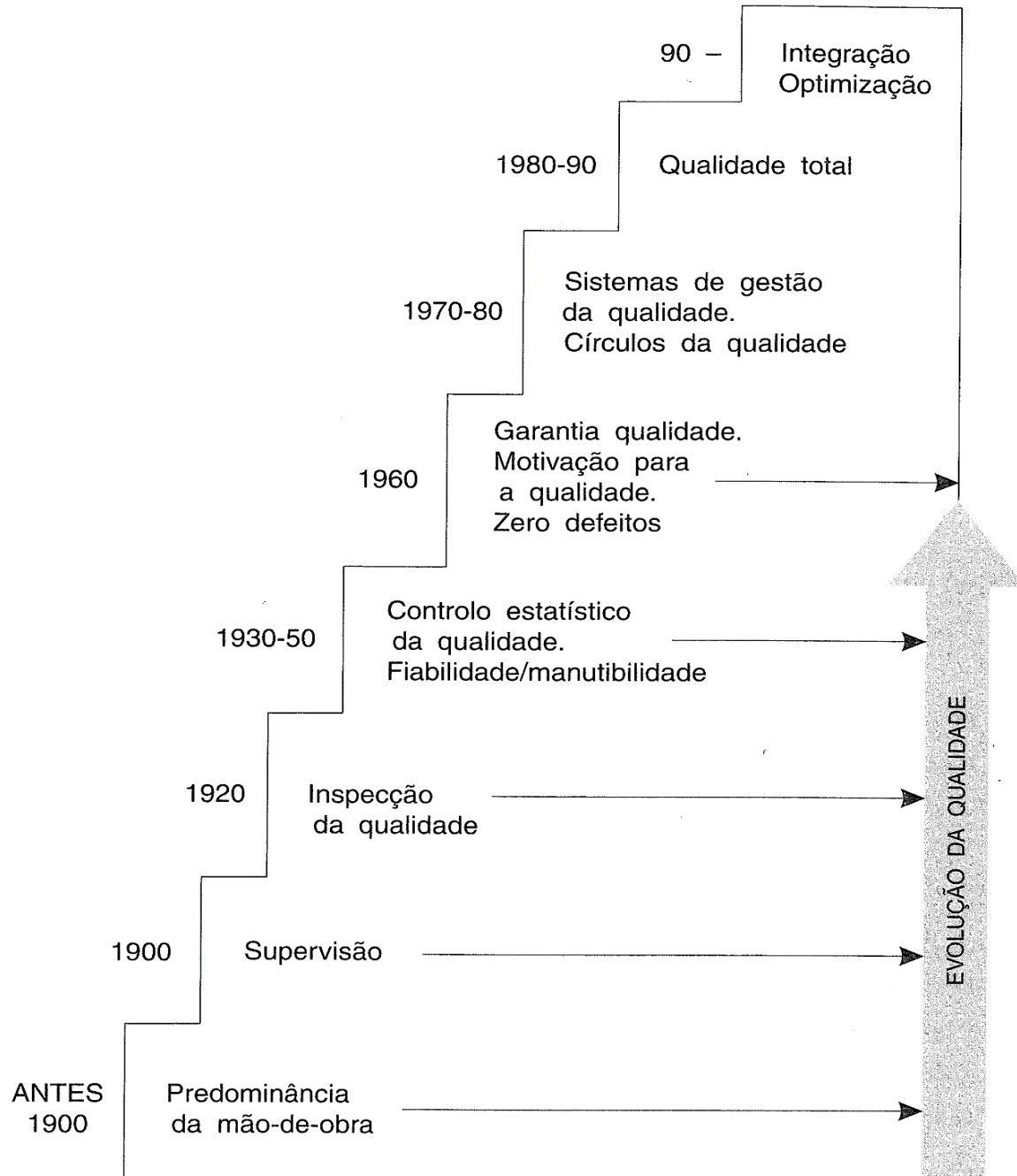
Quadro 2.1: As quatro eras da qualidade

<b>Identificação das Características</b>	<b>Inspeção</b>	<b>Controle estatístico de qualidade</b>	<b>Garantia da qualidade</b>	<b>Gestão estratégica da qualidade</b>
<b>Enfase</b>	uniformidade do produto	Uniformidade do produto com menos inspeção	Toda a cadeia de produção, desde o projeto ao mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais	As necessidades do mercado consumidor
<b>Métodos</b>	Instrumentos de medição	Instrumentos e técnicas estatísticas	Programas e sistemas	Planeamento estratégico, estabelecimento de objetivos e mobilização da organização
<b>Quem é o responsável pela qualidade</b>	O departamento de inspeção	Os departamentos de produção e engenharia	Todos os departamentos embora a gestão de topo só se desenvolva periféricamente	Todos na empresa com a gestão de topo a exercer forte liderança
<b>Orientação e abordagem</b>	"Inspecciona" a qualidade	"Controla" a qualidade	"Constrói" a qualidade	"Gerencia" a qualidade

Fonte: Garvin 1992 adaptado por Martins & Neto 1998, p. 302

Pires (2012), contextualizando historicamente a evolução da qualidade, vai mais longe, alargando estas fases e propondo um conjunto de oito etapas para apresentar a evolução histórica da qualidade.

Figura 2.1: Evolução histórica da qualidade



Fonte: Pires 2012, p. 53

Desta forma, a gestão da qualidade, evolui para ser capaz de responder ao facto de,

num ambiente cada mais dinâmico e complexo, satisfazer continuamente os requisitos e ter em consideração as necessidades e expectativas futuras constitui um desafio para as organizações. Para atingir este objetivo, a organização poderá considerar necessário adotar diversas formas de melhoria para além da correção e da melhoria contínua<sup>1</sup>, tais como mudança disruptiva, inovação e reorganização (NP EN ISO 9001, 2015, p. 7).

Já a Norma NP EN ISO 9000 (2015, p. 20), esclarece que a gestão da qualidade “pode incluir o estabelecimento de políticas da qualidade e objetivos da qualidade e de processos para atingir esses objetivos da qualidade através do planeamento da qualidade, da garantia da qualidade, do controlo da qualidade e da melhoria da qualidade”.

## **2.2. Sistemas de Gestão da Qualidade: as normas NP EN ISO 9001-2015 e NP EN ISO 9004-2011**

“O sistema da qualidade é o conjunto das medidas organizacionais capazes de transmitirem a máxima confiança de que um determinado nível de qualidade aceitável está sendo alcançado ao mínimo custo” (Pires, 2012, p. 55).

Segundo Pires (2012), um sistema da qualidade é parte integrante da gestão global da organização, e pode resultar de uma decisão estratégica que visa a melhoria global da organização, garantindo um desenvolvimento sustentável ou da imposição de clientes ou outras partes interessadas.

A implementação de um sistema de gestão da qualidade assenta, de acordo com o Anexo B da norma NP EN ISO 9004 (2011), nos seguintes princípios de gestão da qualidade:

---

<sup>1</sup> “Atividade recorrente para aperfeiçoar o desempenho” (NP EN ISO 9000, 2015, p. 19)  
Ação desenvolvida por parte da organização com vista a “melhorar de forma contínua a pertinência, a adequação e a eficácia do sistema de gestão da qualidade” (NP EN ISO 9001, 2015, p. 30)

- Foco no cliente, os clientes são o que sustenta a organização, logo, compreendê-los de forma que seja possível, não só satisfazer as suas necessidades, como excedê-las, é essencial;
- Liderança, os líderes devem ser capazes de criar/manter um ambiente interno na organização que seja motivador, e leve à envolvimento das pessoas, para que se atinjam os objetivos;
- Comprometimento das pessoas, o ativo mais valioso da organização são as pessoas, assim, mantê-las comprometidas torna possível a melhor utilização das suas capacidades;
- Abordagem por processos, a gestão das atividades e dos recursos a elas associados, quando feita por meio de processos, permite uma maior eficiência nos resultados;
- Melhoria contínua, a constante avaliação do desempenho da organização, leva a uma melhoria contínua desta, e assim, às zero falhas<sup>2</sup>;
- Tomada de decisão baseada em factos, o tempo das decisões baseadas em “palpites/instintos” terminou. As decisões devem ser tomadas com base em conhecimento adquirido em análise de factos, dados e informações;
- Relações mutuamente benéficas com os fornecedores, as relações de interdependência existentes devem procurar que ambas as partes possam beneficiar da criação de valor.

De acordo com a norma NP EN ISO 9001 (2015), a implementação de um sistema de gestão da qualidade pode trazer à organização os seguintes benefícios:

- a) A aptidão para fornecer de forma consistente produtos e serviços que satisfaçam tanto os requisitos dos clientes como as exigências estatutárias e regulamentares aplicáveis;
- b) Facilitar oportunidades para aumentar a satisfação do cliente;
- c) Tratar riscos e oportunidades associados ao seu contexto e objetivos;

---

<sup>2</sup> Do conceito “defeito zero”, criado por Crosby, (1990).

d) A aptidão para demonstrar a conformidade com requisitos especificados do sistema de gestão da qualidade (NP EN ISO 9001, 2015, p. 7).

A mesma norma NP EN ISO 9001 (2015), adotando uma abordagem por processos, com a incorporação do ciclo PDCA (*plan-do-check-act*) e o pensamento baseado em risco, permite que a organização dote os seus processos dos recursos necessários, que as oportunidades de melhoria sejam implementadas e determine “os fatores suscetíveis de provocar desvios nos seus processos e no seu sistema de gestão da qualidade em relação aos resultados esperados” (NP EN ISO 9001, 2015, p. 7). Assim, a norma NP EN ISO 9001 (2015) descreve a forma como a organização deve proceder à operacionalização, incluindo na secção 8:

- O planeamento, onde esta deve planear, implementar e controlar os processos que considere oportunos para a satisfação dos requisitos para o fornecimento de produtos e serviços;

- A identificação dos requisitos para produtos e serviços, como a comunicação com o cliente, a determinação, revisão e alterações dos requisitos;

- A produção e prestação do serviço, indicando as condições controladas a ter em conta na produção e prestação do serviço e que devem, se aplicável, incluir:

a) a disponibilidade de informação documentada que defina:

1) as características dos produtos a serem produzidos, os serviços a serem prestados ou as atividades a serem desempenhadas;

2) os resultados obtidos;

b) a disponibilidade e a utilização de recursos de monitorização e de medição adequados;

c) a implementação de atividades de monitorização e de medição em etapas adequadas para verificar que os critérios de controlo dos processos ou das saídas e os critérios de aceitação de produtos e serviços foram satisfeitos;

d) a utilização da infraestrutura e do ambiente adequados para a operacionalização dos processos;

e) a designação de pessoas competentes, incluindo quaisquer qualificações requeridas;

- f) a validação e a revalidação periódica da capacidade dos processos de produção e de prestação do serviço para serem atingidos os resultados planejados, quando a saída resultante não possa ser verificada por uma monitorização ou medição subsequente;
- g) a implementação de ações para prevenir o erro humano;
- h) a implementação de atividades de libertação, de entrega e posteriores à entrega (NP EN ISO 9001, 2015, p. 25).

Deve também proceder à identificação e rastreabilidade das saídas, utilizando os meios necessários para assegurar a conformidade dos produtos e serviços, e a sua monitorização e medição ao longo do processo produtivo, bem como para manter toda a informação documentada;

- As atividades posteriores à entrega, devendo a organização determinar essas atividades, tendo em conta exigências estatutárias e regulamentares, as consequências indesejadas, o tipo de utilização e tempo de vida dos seus produtos e serviços, os requisitos e o retorno de informação dos clientes;

- A ação que proporcione a libertação de produtos e serviços de forma a que, o seu produto e serviço, sejam libertados para o cliente conforme planeado e mantendo informação documentada que inclua a evidência da conformidade e a rastreabilidade às pessoas que autorizaram a libertação;

- O controlo de saídas não conformes, devendo, segundo a norma NP EN ISO 9001 (2015), a organização identificar as saídas não conformes e agir para que sejam empreendidas ações que levem a um tratamento dessas não conformidades de uma ou mais das seguintes formas: “a) correção; b) segregação, contenção, retorno ou suspensão do fornecimento de produtos e serviços; c) informação ao cliente; d) obtenção de autorização para aceitação sob derrogação.” (NP EN ISO 9001, 2015, p. 27). Sendo verificada a conformidade, aquando as saídas não conformes estejam corrigidas. Devendo ainda a organização “reter informação documentada que: a) descreva a não conformidade; b) descreva as ações empreendidas; c) descreva quaisquer derrogações obtidas; d) identifique a autoridade que decide a ação correspondente à não conformidade” (NP EN ISO 9001, 2015, p. 27).

Já na secção 9 (avaliação de desempenho) a norma NP EN ISO 9001 (2015) define de que forma deve a organização proceder para efetuar a avaliação de desempenho.

Assim, a organização deve proceder à monitorização, medição, análise e avaliação, determinando para tal o que deve ser englobado nessa avaliação, quais os métodos a utilizar para que sejam obtidos resultados válidos, quando deve ser efetuada e quando devem ser avaliados os resultados desta. Deve ainda a organização reter informação documentada, como evidência dos resultados da monitorização, medição, análise e avaliação.

À organização cabe também determinar os métodos que permitam monitorizar a perceção do cliente, tendo em conta a satisfação das suas necessidades e expetativas; analisar e avaliar dados e informação resultantes da monitorização e medição com vista a avaliar:

- a) a conformidade de produtos e serviços; b) o grau de satisfação do cliente; c) o desempenho e a eficácia do sistema de gestão da qualidade; d) se o planeamento foi implementado com eficácia; e) a eficácia das ações empreendidas para tratar os riscos e as oportunidades; f) o desempenho de fornecedores externos; g) as necessidades de melhorias no sistema de gestão da qualidade (NP EN ISO 9001, 2015, p. 28).

Cabe ainda à organização, proceder a auditorias internas que melhor se descrevem na norma NP EN ISO 19011 (2019) analisada também ela nesta revisão da literatura; proceder à revisão pela gestão, tendo em conta as entradas para a revisão pela gestão e as saídas da revisão pela gestão. Esta revisão ao SGQ, elaborada em intervalos planeados, é necessária para “assegurar a sua contínua pertinência, adequação, eficácia e alinhamento com a orientação estratégica da organização” (NP EN ISO 9001, 2015, p. 29).

A norma NP EN ISO 9001 (2015), na secção 10 (melhoria), define o modo como:

- a organização deve determinar e seleccionar oportunidades de melhoria e implementar quaisquer ações necessárias para satisfazer os requisitos dos clientes e aumentar a satisfação do cliente. Estas devem incluir: a) melhoria dos produtos e serviços para satisfazer requisitos, bem como para considerar necessidades e expetativas futuras; b)

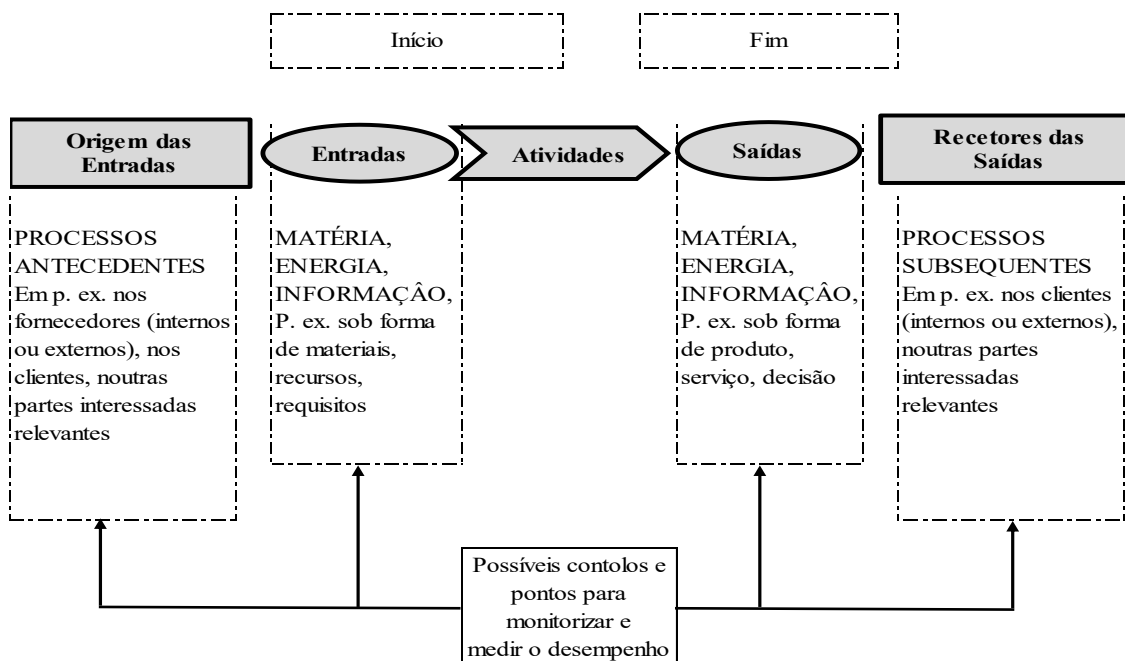
correção, prevenção ou redução de efeitos não desejados; c) melhoria do desempenho e da eficácia do sistema de gestão da qualidade (NP EN ISO 9001, 2015, p. 30).

Define também como agir em caso de ocorrência de não conformidades, como efetuar as ações corretivas e qual a informação documentada a reter como evidência, tendo como objetivo a melhoria contínua, para a qual:

a organização deve melhorar de forma contínua a pertinência, a adequação e a eficácia do sistema de gestão da qualidade. A organização deve considerar os resultados da análise e da avaliação e as saídas pela gestão para determinar se há necessidades ou oportunidades que devem ser tratadas no contexto da melhoria contínua (NP EN ISO 9001, 2015, p. 30).

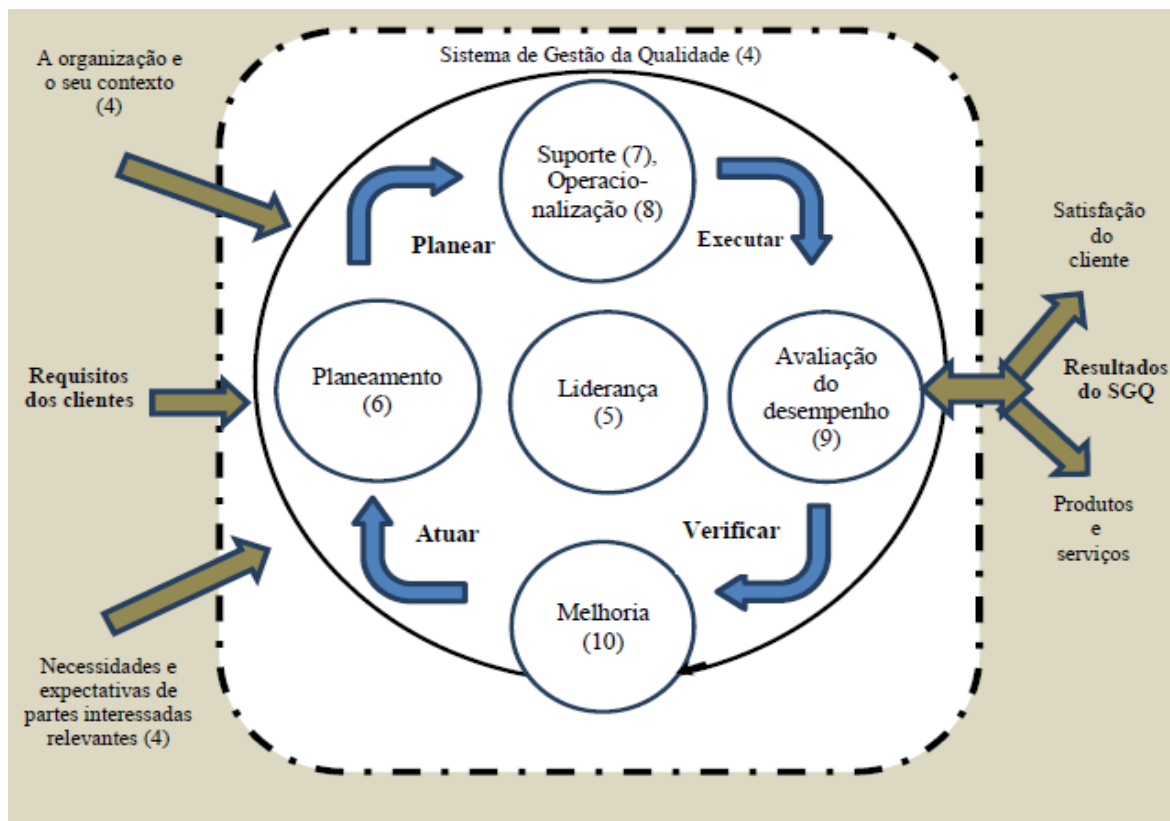
Para melhor compreender o que anteriormente foi referido, a norma NP EN ISO 9001 (2015) adota uma abordagem por processos e incorpora o ciclo PDCA, como ilustrado nas figuras 2.2 e 2.3, retiradas dessa norma.

Figura 2.2: Representação esquemática dos elementos de um processo simples.



Fonte: NP EN ISO 9001, 2015, p. 9.

Figura 2.3: Representação da estrutura da NP EN ISO 9001, 2015 no ciclo PDCA



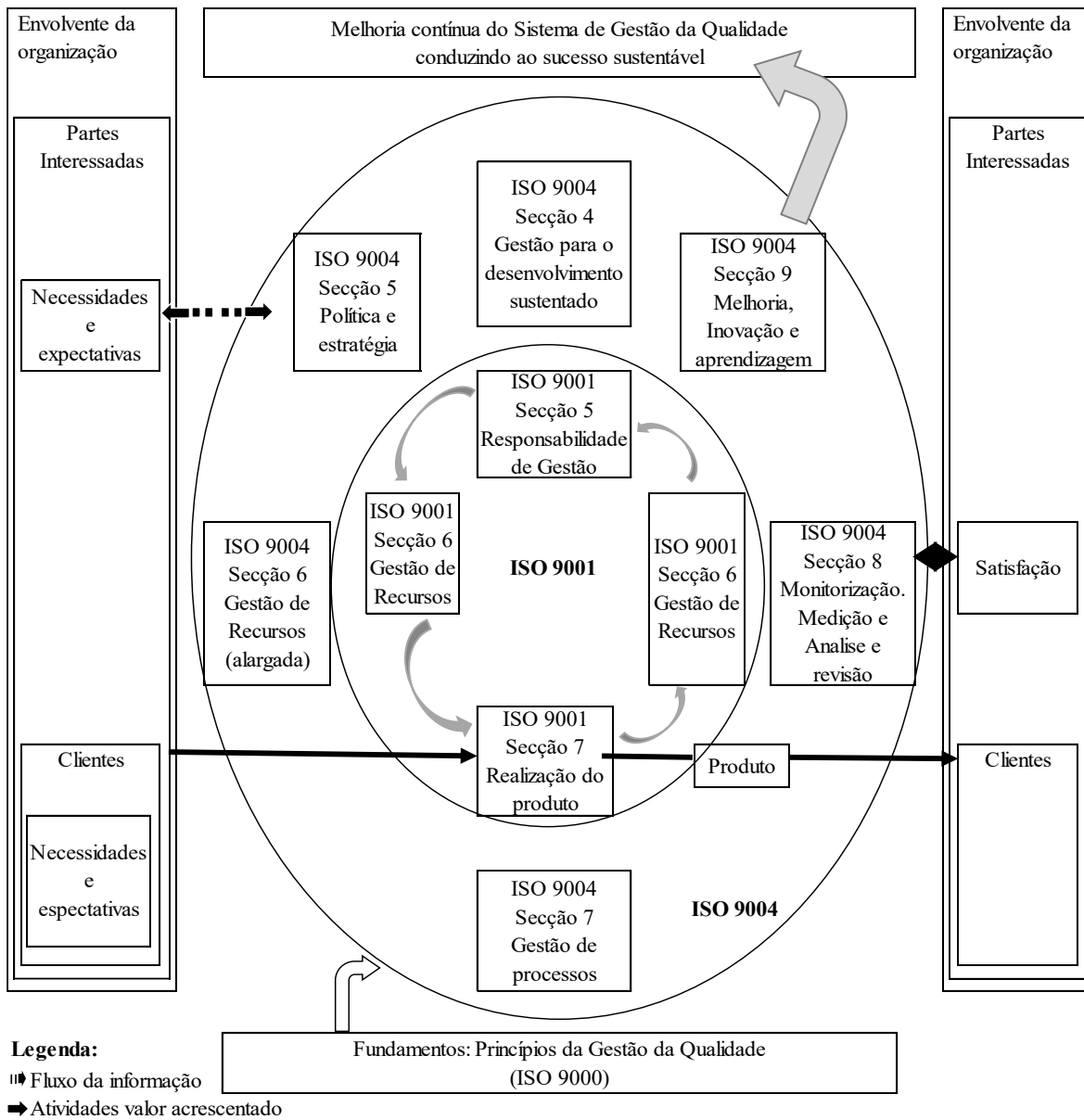
*NOTA: Os números entre parêntesis fazem referência a seções nesta Norma.*

Fonte: NP EN ISO 9001, 2015, p. 10.

No entanto, a norma NP EN ISO 9004 (2011, p. 8), que “foi desenvolvida de modo a manter a consistência com a ISO 9001”, tem como objetivo o sucesso sustentado das organizações, através de uma abordagem da gestão pela qualidade, podendo utilizar-se, segundo a própria Norma NP EN ISO 9004 (2011, p. 8) de forma complementar à ISO 9001 ou de forma independente.

Desta forma, a norma NP EN ISO 9004 (2011), apresenta um modelo alargado do sistema de gestão da qualidade baseado em processos que inclui os elementos das normas NP EN ISO 9001 (2015) e da NP EN ISO 9004 (2011), como se pode verificar na figura 2.4.

Figura 2.4: Modelo alargado de um sistema de gestão pela qualidade baseada em processos



Fonte: NP EN ISO 9004, 2011, p. 7

É possível, com base nas referidas normas, verificar como as organizações devem agir, com as respetivas adaptações, para implementar um sistema de gestão da qualidade, seja pela adoção da norma NP EN ISO 9001 (2015) ou da norma NP EN ISO 9004 (2011), que lhes proporcione satisfazer as crescentes exigências dos seus clientes, e assim, atingir de forma sustentada os resultados esperados.

### **2.3. Os Produtos Pré-Esforçados em Betão: normas NP EN 13369-2015 e NP EN 15037-1-2008**

Aprofundado o conhecimento acerca da gestão da qualidade e dos sistemas de gestão da qualidade, compreender o que são os produtos pré-esforçados em betão, quais os seus requisitos e as suas características, foi também necessário ao desenvolvimento desta investigação.

“Pré-esforço é uma técnica que consiste em introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar a sua resistência ou comportamento, sob ação de diversas condições de carga” (Veríssimo, 1998), citado em Oliveira (2012, p. 3).

Os produtos pré-esforçados em betão estão sujeitos a homologação, que visa dar garantias da qualidade e segurança das estruturas em que são utilizados. Desta homologação, fazem parte as características técnicas deste tipo de produtos que devem constar na ficha técnica e a que estes devem obedecer aquando da sua produção/aplicação.

Também a norma NP EN 13369 (2015) vem especificar os requisitos para estes produtos, assim como os seus critérios base e avaliação de conformidade. Esta norma define os requisitos para estes produtos, desde as especificações para o aço de pré-esforço ao betão a utilizar (secção 4 da norma NP EN 13369, 2015). Na secção cinco estão descritos os métodos de ensaio e na secção seis a forma como proceder à avaliação da conformidade do produto. De notar que estes produtos, utilizados na construção, devem dar garantia de segurança, o que implica um acompanhamento e controlo permanente do seu ciclo de vida, e o cumprimento de todas as suas especificações, seja na produção ou aplicação deste tipo de produtos. Neste sentido, a norma NP EN 13369 (2015), no anexo D (quadros D.1, D.2, D.3, D.4 e D.5), define o plano de inspeção e, no anexo E, a forma de proceder em relação à avaliação da conformidade dos produtos pré-esforçados.

Além disto, e tendo como exemplo um produto pré-esforçado com uso muito comum em habitações, as vigotas em betão pré-esforçado, que regra geral devem ser fornecidas tendo como base um projeto de engenharia que descreve o tipo a utilizar de acordo com a homologação do fornecedor, a norma NP EN 15037-1 (2008), que especifica os requisitos,

os critérios de desempenho básicos e a avaliação de conformidade destas, mostra-nos no anexo A, nos quadros A1 e A2, este complementar ao constante no anexo D da norma NP EN 13369 (2015), como proceder quanto à inspeção, tanto do processo como do produto.

Quadro 2.2: Inspeção do processo de vigotas.

	Objeto	Método	Finalidade <sup>a)</sup>	Frequência <sup>a)</sup>
Betão				
1	Tensão de rotura do betão à compressão	Ensaio de resistência em provetes de betão ou outros métodos (ver 5.1)	Resistência à compressão do betão na relaxação do pré-esforço (ver 4.2.3.2.3)  Resistência à data de expedição (ver 4.2.2.2)	Por cada dia de produção, devem ser feitos 3 provetes (pelo menos):  - 3 provetes por cada unidade de produção e por cada tipo de betão, se não houver cura acelerada por aquecimento;  - 3 provetes por cada pista de fabrico e por cada tipo de betão, se houver cura acelerada por aquecimento.  No caso das vigotas com armadura treliçada, esta frequência poderá ser reduzida para semanal.
Outros objetos do processo				
2	Força de pré-esforço inicial	Medição directa da força do macaco ou do alongamento das armaduras de pré-esforço (ver 5.4.1)	Verificação dos valores indicados	Por cada dia de produção, numa armadura de pré-esforço, por unidade de produção.
<sup>a)</sup> Os ensaios e as frequências indicadas poderão ser adaptados ou mesmo eliminados quando for obtida informação equivalente, directa ou indirectamente, do produto ou do processo.				

Fonte: NP EN 15037-1, 2008, quadro A.1, p. 32

Quadro 2.3: Inspeção do produto acabado-vigotas.

	Objeto	Método	Finalidade <sup>a)</sup>	Frequência <sup>a)</sup>
Ensaio do produto				
1	Deslizamento das armaduras de pré-esforço	Medição do deslizamento das armaduras de pré-esforço para os elementos não serrados (ver 5.4.2)  Inspeção visual dos elementos serrados e medição	Conformidade com o valor máximo (ver 4.2.3.2.4)	Uma vez por dia de fabrico, 3 medições por pista de fabrico.  Inspeção visual dos elementos e na ausência de dúvidas medir três armaduras de pré-esforço por dia de fabrico. Em caso de dúvida, medir todas as armaduras de pré-esforço.
2	Dimensões: - comprimento - altura - secção transversal - planelinearidade das arestas - recobrimento (posicionamento das armaduras) - armaduras emergentes	Medição em conformidade com 5.2.1 e 5.2.2	Conformidade com o desenho e as tolerâncias especificadas (ver 4.3.1)	A cada 5 dias de produção, com um mínimo de um por semana, em (pelo menos) uma vigota escolhida aleatoriamente, de um tipo diferente de cada vez.
3	Extremidades de elementos	Inspeção visual	Fissuração	Cada extremidade serrada
4	Aspecto da superfície: - rugosidade - aspecto geral	Inspeção visual (ver 5.2.3)	Rugosidade para o monolitismo (ver 4.3.2)	Por cada pista de fabrico
5	Resistência das vigotas <sup>c)</sup> em situações transitórias <sup>b)</sup>	Como é descrito no Anexo II (ver também 4.3.3.3)	Conformidade com os requisitos da Norma e os valores especificados ou declarados	Em cada tipo de vigota <sup>c)</sup> , após a primeira série de produção ou no caso de alterações significativas do tipo de armadura treliçada ou no processo de fabrico.  Para as vigotas <sup>c)</sup> sem armadura treliçada durante o fabrico, aquando da idade de expedição, uma vez a cada 20 dias de fabrico, numa vigota de cada espessura, de cada vez uma vigota com um tipo diferente de armadura.
<p><sup>a)</sup> Os ensaios e as frequências indicadas poderão ser adaptados ou mesmo eliminados quando for obtida informação equivalente, directa ou indirectamente, do produto ou do processo.</p> <p><sup>b)</sup> Os ensaios preliminares realizados antes da data de publicação da presente Norma poderão ser considerados se satisfizerem os requisitos da presente Norma. Os resultados dos ensaios poderão ser aqueles fornecidos pelo fabricante de armaduras treliçadas.</p> <p><sup>c)</sup> Não aplicável a vigotas calculadas de acordo com 4.3.3.2</p>				

Fonte: NP EN 15037-1, 2008, quadro A.2, p. 33

## **2.4.Auditorias: norma NP EN ISO 19011-2019**

No seguimento do abordado nos pontos anteriores, verificou-se que em temas como a qualidade, no geral, e os produtos pré-esforçados, em especial, envolver palavras como controlo, acompanhamento, avaliação, medição, inspeção, ou monitorização, é muito comum. Isto pelo facto de, tanto os produtos pré-esforçados, como os sistemas de gestão da qualidade, para atingirem os resultados que deles se esperam, tenham de ser constantemente monitorizados. Só é possível garantir que os pré-esforçados estão conforme os requisitos de qualidade e segurança, se procedermos ao controlo dos mesmos, através de, por exemplo, testes ou ensaios. Na mesma linha, um sistema de gestão da qualidade, para atingir as zero falhas, deve obedecer a uma melhoria continua, que só se obtém através de um acompanhamento rigoroso.

Ora, para que seja possível uma melhoria continua através desse necessário e rigoroso acompanhamento, uma das ferramentas a utilizar são as auditorias, que as normas já aqui referidas nos descrevem, mas que melhor descrição se encontra na norma NP EN ISO 19011 (2019). Esta norma indica-nos as linhas orientadoras para auditorias a sistemas de gestão, entre os quais os sistemas de gestão da qualidade.

De acordo com esta norma NP EN ISO 19011 (2019), as auditorias podem ser: de primeira parte, as auditorias internas; de segunda parte, que são as auditorias a fornecedor externo e as auditorias a outras partes interessadas externas; e as auditorias de terceira parte, estas são as auditorias de certificação e/ou acreditação e auditoria estatutária, regulamentar e similar. Assim, de forma a tornar a “auditoria uma ferramenta eficaz e fíavel de suporte às políticas e aos controlos de gestão” (NP EN ISO 19011, 2019, p. 13), a norma que pretende disponibilizar orientações flexíveis baseia-se em sete princípios, que a mesma resume da seguinte forma:

a) Integridade: pilar do profissionalismo.

Os auditores e a(s) pessoa(s) responsável(eis) pela gestão do programa de auditoria deverão:

- Realizar o seu trabalho com ética, honestidade e responsabilidade;
- Iniciar atividades de auditoria apenas se forem competentes para o fazer;

- Realizar o seu trabalho de forma imparcial, isto é, permanecer justo e isento de influências em todas as suas relações;
- Estar cientes de quaisquer influências que poderão ser exercidas sobre os seus juízos durante a realização de uma auditoria.

b) Apresentação imparcial: obrigação de relatar com verdade e rigor.

Constatações, conclusões e relatórios de auditoria deverão refletir com verdade e rigor as atividades da auditoria. Deverão ser relatados os obstáculos significativos encontrados durante a auditoria, assim como as opiniões divergentes, não resolvidas, entre a equipa auditora e o auditado.

A comunicação deverá ser verdadeira, rigorosa, objetiva, oportuna, clara e completa.

c) Devido zelo profissional: aplicação de diligência e de julgamento no decurso da auditoria.

Os auditores deverão atuar com o cuidado adequado à importância da tarefa que executam e à confiança neles depositada pelo cliente da auditoria e por outras partes interessadas. Um fator importante para executarem o seu trabalho com o devido zelo profissional é terem a aptidão para fazer julgamentos fundamentados em todas as situações de auditoria.

d) Confidencialidade: segurança da informação.

Os auditores deverão ser discretos na utilização e proteção da informação obtida no exercício das suas tarefas. A informação da auditoria não deverá ser utilizada de forma inadequada para proveito pessoal do auditor ou do cliente da auditoria, ou de forma a prejudicar os legítimos interesses do auditado. Este conceito inclui o tratamento adequado de informação sensível ou confidencial.

e) Independência: pilar da imparcialidade da auditoria e da objetividade das conclusões da auditoria.

Os auditores deverão, sempre que possível, ser independentes da atividade a ser auditada e deverão em todos os casos agir de forma que seja livre de influências e de conflitos de interesses.

Nas auditorias internas, os auditores deverão ser, na medida do possível, independentes da função auditada. Os auditores deverão manter a objetividade durante o processo de auditoria para assegurar que as constatações e as conclusões da auditoria se baseiam unicamente em evidências de auditoria.

Nas organizações pequenas poderá não ser possível que os auditores internos sejam totalmente independentes da atividade a auditar, mas deverão ser envidados todos os esforços para remover influências e promover a objetividade.

f) Abordagem baseada em evidências: método racional para chegar a conclusões da auditoria fiáveis e reproduzíveis num processo de auditoria sistemático.

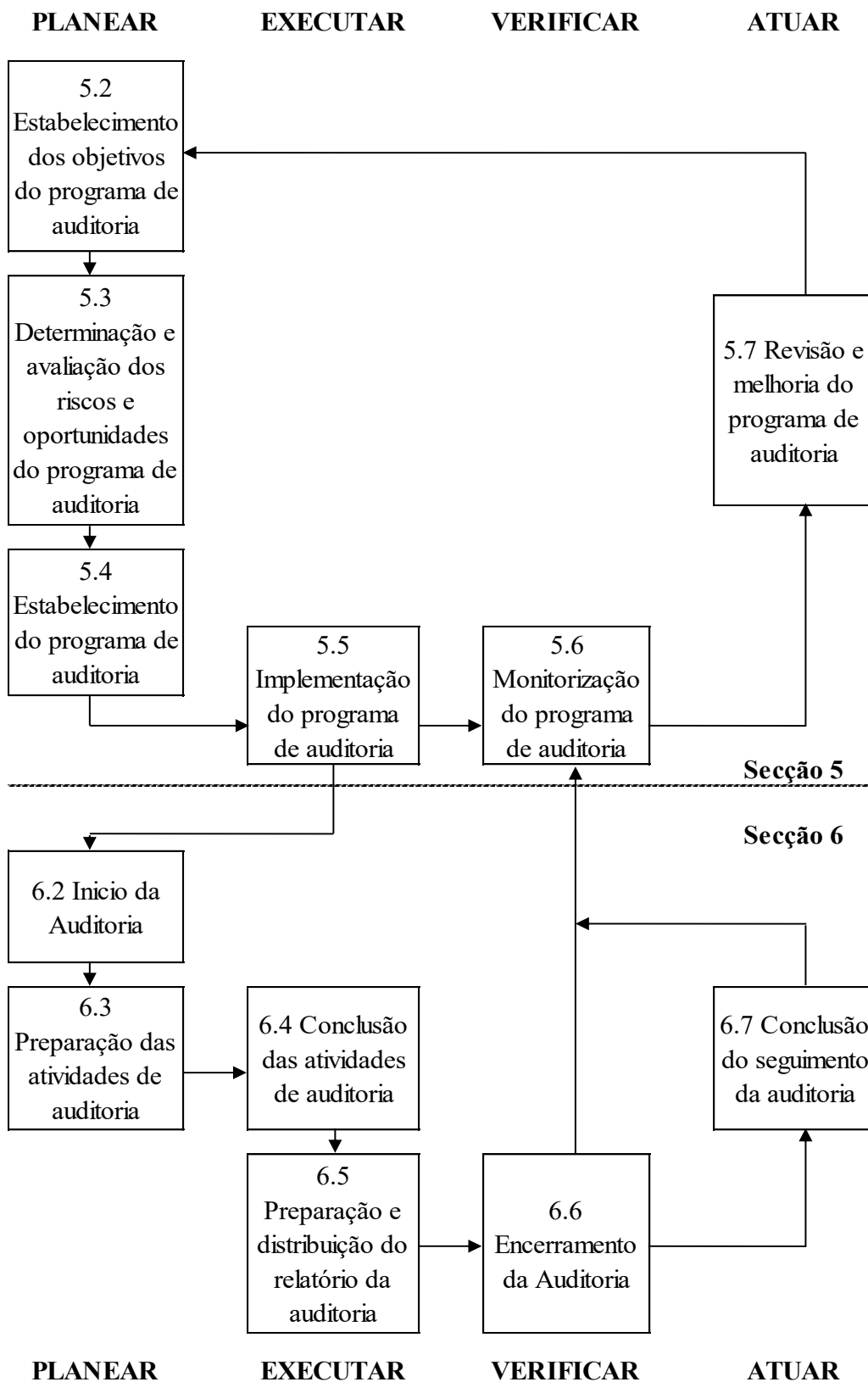
As evidências de auditoria deverão ser verificáveis. Deverão, em geral, basear-se em amostras da informação disponível, dado que uma auditoria é conduzida com tempo e recursos limitados.

Deverá utilizar-se a amostragem de forma adequada, uma vez que essa utilização se relaciona intimamente com a confiança que pode ser depositada nas conclusões da auditoria.

g) Abordagem baseada no risco: uma abordagem à auditoria que tem em consideração os riscos e as oportunidades. A abordagem baseada no risco deverá influenciar de forma marcante o planeamento, a condução e o relato das auditorias, para assegurar que as auditorias se focam em questões que são significativas para o cliente da auditoria e para atingir os objetivos do programa de auditoria (NP EN ISO 19011, 2019, p.p. 13 e 14).

A mesma norma, NP EN ISO 19011 (2019), esclarece que uma auditoria, para que seja levada a cabo e obtidos os resultados pretendidos, deve basear-se num programa de auditoria pré-estabelecido que tenha “em conta a dimensão e a natureza do auditado, bem como a natureza, a funcionalidade, a complexidade, o tipo de riscos e oportunidades e o nível de maturidade” (NP EN ISO 19011, 2019, p. 15) do sistema a auditar. Para isso, a norma NP EN ISO 19011 (2019) estabelece, como se pode verificar na figura 2.5., o fluxo do processo para a gestão de um programa de auditoria, de acordo com a aplicação do ciclo PDCA.

Figura 2.5: Fluxo do processo para a gestão de um programa de auditoria



A numeração corresponde às secções da norma NP EN ISO 19011, 2019

Fonte: Norma NP EN ISSO 19011, 2019, p. 16

Desta forma, a gestão de um programa de auditoria baseado no ciclo PDCA, de acordo com a secção 5 da norma NP EN ISO 19011 (2019), deve:

- Estabelecer os objetivos do programa de auditoria, devendo o cliente da auditoria assegurar que o programa é implementado e conduzido de forma eficaz, e que os objetivos deste são coerentes com a sua estratégia e suportam a política e objetivos do sistema de gestão;
- Determinar e avaliar os riscos e oportunidades do programa de auditoria, cabendo às pessoas responsáveis pela gestão do programa identificar e apresentar os riscos e oportunidades que consideraram na preparação do programa, de forma a que sejam alocados os recursos necessários para que estes possam ser devidamente tratados;
- Estabelecer o programa de auditoria, tendo em atenção as funções, e responsabilidades, que devem exercer as pessoas responsáveis pela gestão do programa de auditoria, e a competência das mesmas; estabelecendo a extensão desse programa de auditoria com base, além de outros fatores (p.e. as normas de sistemas de gestão), na informação disponibilizada pelo auditado; determinando os recursos necessários para a execução do programa de auditoria;
- Implementar o programa de auditoria. Estabelecido o programa de auditoria e determinados os recursos necessários à sua execução, cabe aos responsáveis pela gestão do programa implementar o planeamento operacional e a coordenação das atividades inerentes ao programa, devendo:
  - a) comunicar as partes relevantes do programa de auditoria, incluindo os riscos e oportunidades envolvidos, às partes interessadas relevantes e informá-las periodicamente sobre o seu progresso, utilizando os canais de comunicação externa e interna estabelecidos;
  - b) definir objetivos, âmbito e critérios de cada uma das auditorias;
  - c) selecionar os métodos de auditoria
  - d) coordenar e calendarizar as auditorias e outras atividades relevantes para o programa de auditoria;
  - e) assegurar que as equipas auditores têm a competência necessária;

- f) disponibilizar os recursos individuais e globais necessários às equipas auditoras;
- g) assegurar a condução das auditorias de acordo com o programa de auditoria, gerindo todos os riscos, oportunidades e questões operacionais (isto é, imprevistos), que surjam no decurso do programa;
- h) assegurar que a informação documentada relevante relativa às atividades de auditoria é devidamente gerida e mantida;
- i) definir e implementar os controlos operacionais necessários para a monitorização do programa de auditoria;
- j) rever o programa de auditoria para identificar oportunidades de melhoria. (NP EN ISO 19011, 2019, p. 21)

- Monitorizar o programa de auditoria. Os responsáveis pelo programa de auditoria devem assegurar: que os calendários são cumpridos e objetivos atingidos; o desempenho dos membros da equipa de auditoria e a sua capacidade para implementar o programa; o retorno da informação e a suficiência e adequação da informação documentada.

- Proceder à revisão do programa de auditoria. Responsáveis pela gestão do programa de auditoria e cliente, devem rever o programa por forma de avaliar o cumprimento dos objetivos e retirar conclusões com vista à melhoria do programa.

Já na secção 6 – Condução de uma auditoria, a norma NP EN ISO 19011 (2019) fornece orientações para a condução de uma auditoria específica, incluída num programa de auditoria, desde:

- Início da auditoria. Estabelecendo o contacto com o auditado e esclarecendo as razões para esse contacto, bem como a determinação da exequibilidade da auditoria;

- A preparação das atividades da auditoria que passa: pela revisão da informação documentada; pelo planeamento da auditoria, que deverá ter uma abordagem baseada no risco e suportada pela informação incluída no programa auditoria e na informação documentada fornecida pelo auditado; pela atribuição de tarefas à equipa de auditoria por parte do coordenador da equipa que deverá ter em conta, entre outros, a imparcialidade, a objetividade, a competência e a utilização eficaz dos recursos; pela preparação da

informação documentada para a auditoria, devendo os membros da equipa recolher e rever a informação relevante, através dos meios adequados;

- A condução das atividades de auditoria, que inclui: a atribuição de funções e responsabilidades de guias e observadores, caso o coordenador da equipa julgue necessário, a equipa pode ser auxiliada por guias e observadores que entre outras funções podem providenciar acesso a locais do candidato e/ou identificar participantes nas entrevistas; a condução da reunião de abertura, que deverá servir para confirmar o acordo de todas as partes, apresentar a equipa e funções desta e assegurar que todas as atividades planeadas podem ser executadas; a condução durante a auditoria. Ao longo da auditoria a comunicação por parte da equipa com as restantes partes interessadas poderá ser necessária, devendo a equipa reunir de forma a fazer pontos de situação podendo, eventualmente, redistribuir funções. Também o coordenador deve manter um canal de comunicação com o cliente, para que este seja informado do desenrolar da auditoria e, caso necessário, determinar ações a executar quando as evidências indicarem que os objetivos serão inatingíveis; a disponibilidade e acesso à informação no decurso da auditoria, onde, quando e como aceder à informação, é crucial para a auditoria, independentemente do local onde esta é criada; e a revisão da informação documentada no decurso da auditoria. A informação deve ser revista com o intuito de determinar a conformidade do sistema e recolher informação para suporte das atividades de auditoria; a recolha e verificação de informação. Ao longo da auditoria, por amostragem e através de métodos como entrevistas, observações e/ou revisão da informação documentada, deverá ser recolhida e verificada a informação relevante para os objetivos, âmbito e critérios da auditoria. Se esta não poder ser submetida a um grau considerável de verificação, deverá ser utilizado o juízo profissional do auditor; e a elaboração das constatações da auditoria. Estas, podem indicar conformidade, ou não conformidade, das evidências da auditoria com os critérios estabelecidos; a determinação das conclusões da auditoria, preparando a reunião de encerramento, definindo o conteúdo das conclusões da auditoria e conduzindo a reunião de encerramento;

- A preparação e distribuição o relatório da auditoria. Ao coordenador da equipa de auditoria cabe relatar as conclusões da auditoria de acordo com o programa de auditoria. Este relatório deverá incluir, entre outros registos adequados, o seguinte:

a) os objetivos da auditoria; b) o âmbito da auditoria, nomeadamente a identificação da organização (o auditado) e das funções ou processos auditados; c) a identificação do cliente da auditoria; d) a identificação da equipa de auditoria e dos participantes na auditoria por parte do auditado; e) as datas e os locais onde foram conduzidas as atividades de auditoria; f) os critérios da auditoria; g) as constatações da auditoria e as correspondentes evidências; h) as conclusões da auditoria; i) uma declaração sobre o grau de cumprimentos dos critérios da auditoria; j) quaisquer opiniões divergentes não resolvidas entre a equipa de auditoria e o auditado; k) pela sua natureza, as auditorias são um exercício de amostragem; há, portanto, o risco de as evidências de auditoria examinadas não serem representativas (NP EN ISO 19011, 2019, p. 37).

Este relatório, datado, após revisão e aceitação, deverá ser distribuído às partes interessadas relevantes, definidas no programa de auditoria.

- Ao encerramento da auditoria. O auditado, na sequência das conclusões da auditoria, empreende, dentro dos prazos acordados, ações corretivas ou de oportunidade de melhoria, ações que devem ser verificadas em auditorias subsequentes.

Esta norma NP EN ISO 19011 (2019), através do anexo A, elucida ainda acerca dos métodos de auditoria.

Quadro 2.4: Métodos de auditoria

Extensão do envolvimento entre o auditor e o auditado	Presença do auditor	
	No local	À distância (remota)
Com interação humana	Condução de entrevistas  Preenchimento de listas de verificação e questionários com a participação do auditado  Revisão de documentação com a participação do auditado  Amostragem	Através de meios de comunicação interativos: - condução de entrevistas; - observação do trabalho realizado com um guia à distância; - preenchimento de listas de verificação e questionários; - revisão de documentação com a participação do auditado
Sem interação humana	Revisão de documentação (p. ex. registos, análises de dados)  Observação do trabalho realizado  Visita ao local  Preenchimento de listas de verificação  Amostragem (p. ex. produtos)	Revisão de documentação (p. ex. registos, análises de dados) Observação do trabalho realizados através de meios de vigilância, considerando requisitos sociais e exigências estatutárias e regulamentares Análise de dados
As atividades de auditoria no local são realizadas nas instalações do auditado. As atividades de auditoria à distância são realizadas em qualquer local que não as instalações do auditado, independentemente da distância. As atividades de auditoria interativas envolvem interação do pessoal do auditado e da equipa auditora. Atividades de auditoria não interativas não envolvem interação humana com representantes do auditado, mas envolvem interação com equipamento, instalações e documentação.		

Fonte: NP EN ISSO 19011, 2019, quadro A.1, p. 46

Estes métodos, utilizados isoladamente, ou em combinação, permitem otimizar a eficácia e eficiência do processo de auditoria e os seus resultados.

## 2.5. O que é e como funciona a *Blockchain*

Se, numa primeira fase desta revisão da literatura foi possível aprofundar o conhecimento sobre a gestão da qualidade, os sistemas de gestão da qualidade, os produtos pré-esforçados em betão e as auditorias, utilizando a literatura disponível, entre a qual, as normas portuguesas e europeias relacionadas com estas temáticas, numa segunda fase, recorrendo à literatura, foi aprofundado o conhecimento acerca da tecnologia *Blockchain*.

“*Blockchain* é uma tecnologia para armazenamento descentralizado de informações [...] as transações são armazenadas em blocos de dados interligados entre si” (Rodrigues, 2017, p.p 147 e 148). Um *Blockchain*, “trata-se de um enorme banco de dados descentralizado e público”, (Teixeira, 2018). Esta tecnologia funciona em forma de blocos, aos quais são adicionados os dados/registos, todos os blocos estão ligados, cada um deles contém uma *hash*<sup>3</sup> com informações do bloco anterior, sendo praticamente impossível alterar ou apagar qualquer registo, pois apenas quem controla 51% da rede, ou seja 51% de todos os nós que a compõem, poderá fazer alterações, no entanto isso torna-se quase impossível, dado a enorme necessidade de força computacional para o efeito.

Borrego (2019), considera que a tecnologia *Blockchain* pode contribuir para a transformação digital da economia, assentando em cinco princípios básicos: - *distributed database*, em que cada participante tem acesso a todos os dados, sem necessidade de intermediários e sem controlo individual destes; - transmissão *peer-to-peer*, a informação é armazenada por cada um dos nós que a envia para todos os outros, sendo a comunicação direta entre nós, sem a existência de um nó central; - transparência, todas as transações são visíveis por toda a rede, cabendo a cada um dos participantes divulgar, ou não, informações sobre a sua identidade; - imutabilidade dos registos, sempre que um registo é efetuado, não é possível que seja alterado, os registos são ordenados cronologicamente, podendo ser atualizados, mas não alterados, ficando um registo de todas as operações/atualizações efetuadas; - lógica computacional, podem os utilizadores configurar algoritmos e regras capazes de acionar automaticamente as transações.

Borrego (2019) descreve ainda algumas das propriedades, e respetivas vantagens, do uso da tecnologia *Blockchain*:

- Verificabilidade pública. Cada transação na rede é confirmada por verificadores, que podem ser qualquer pessoa na rede que tenha a possibilidade de verificar se o *ledger*<sup>4</sup> foi

---

<sup>3</sup> “Algoritmo matemático que transforma qualquer bloco de dados numa serie de caracteres de comprimento fixo” (Donohue, 2021, p. 1).

<sup>4</sup> “Lista ordenada de transações” (Borrego, 2019, p. 9)

alterado de acordo com o protocolo, tendo todos a mesma visão do estado da transação e do sistema;

- Integridade. Todas as informações estão protegidas contra alterações. Esta integridade está, também, ligada à verificabilidade pública, isto pelo facto de qualquer um na rede poder verificar a integridade dos dados;

- Imutabilidade. A imutabilidade é garantida na forma como funcionam os blocos na tecnologia *Blockchain*, onde um *hash code* por bloco contém informação do bloco e dos blocos anteriores. A alteração de um deles, quebra a rede de blocos, como ilustrado na figura 2.6;

- Redundância. Em *Blockchain* é a replicação entre escritores da rede que provoca a redundância;

- Hierarquia. A autoridade para conceder, ou revogar, acessos de leitura, ou escrita, num sistema é definida pela âncora de confiança;

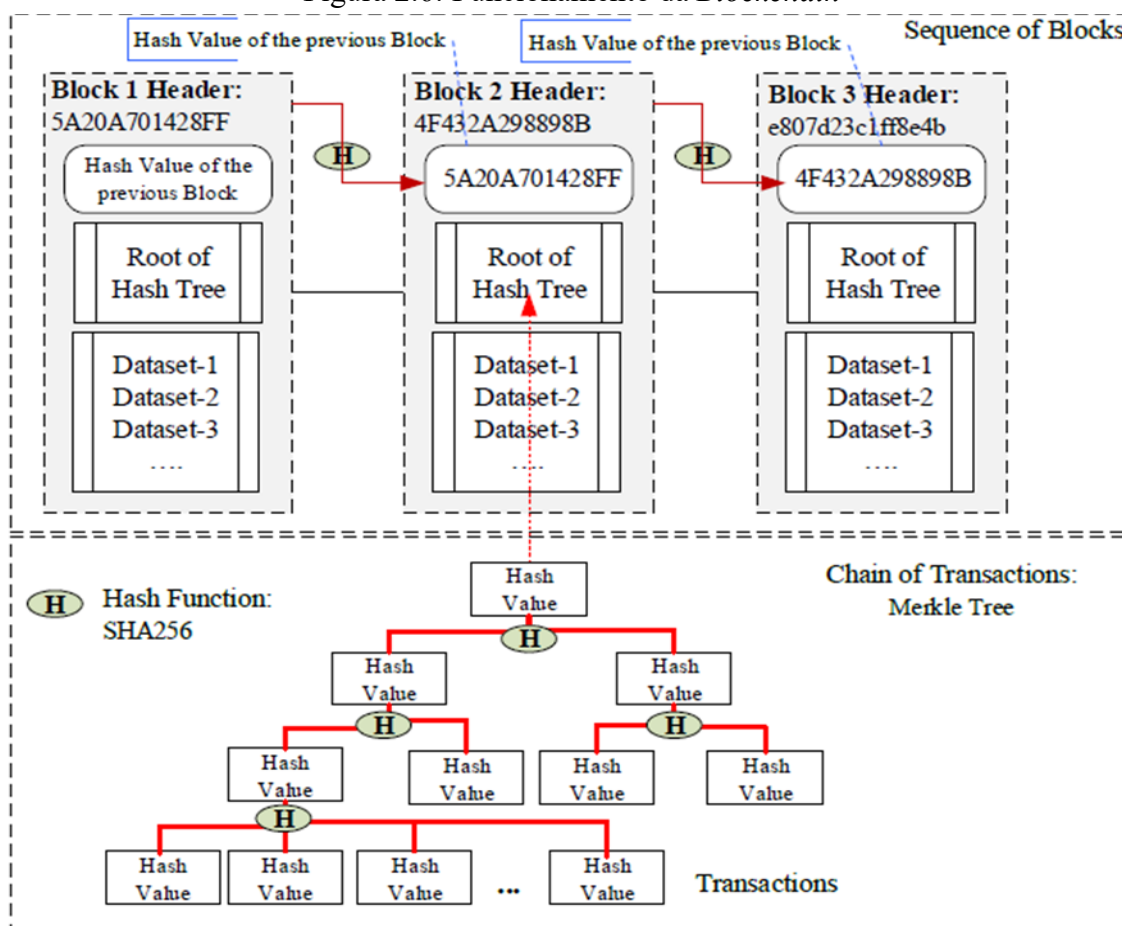
- Transparência. A tecnologia *Blockchain* permite, com base no participante, controlar a transparência das informações na rede. Esta transparência juntamente com o processo de atualização são requisitos para a verificabilidade pública;

- Privacidade. A privacidade é algo essencial em qualquer sistema, e num sistema descentralizado torna-se mais difícil manter um nível desejado de privacidade. No entanto, mesmo com o “conflito” gerado entre a privacidade e a transparência, um sistema baseado na tecnologia *Blockchain*, pode disponibilizar estas duas propriedades de forma equilibrada.

Akram (2017, p. 642) encontra entre as vantagens da *Blockchain* a “alta qualidade da informação”, considerando-a conveniente e exata, para este autor o objetivo da tecnologia *Blockchain* é “to give secrecy, security, protection, and straightforwardness to every one of its clientes” (Akram, 2017, p. 644).

A tecnologia *Blockchain*, tal como é ilustrado na figura 2.6, funciona através de blocos em cadeia, ou seja, é uma cadeia de blocos ligados sequencialmente. Cada bloco contém o seu próprio *hash* e o *hash* do bloco anterior, que faz a ligação com esse bloco (*hash value of the previous block*), estes são gerados através de um algoritmo criptográfico que geralmente é o SHA256. O bloco contém também um campo denominado raiz de *Merkle* (*Root of hash tree*), que contém os *hash* de todas as transações validadas e presentes no bloco, este campo funciona como uma *Merkle Tree*, como se pode verificar na parte inferior da figura 2. 6.. Ainda no bloco está incluída a lista de todas as transações (*dataset*).

Figura 2.6: Funcionamento da *Blockchain*



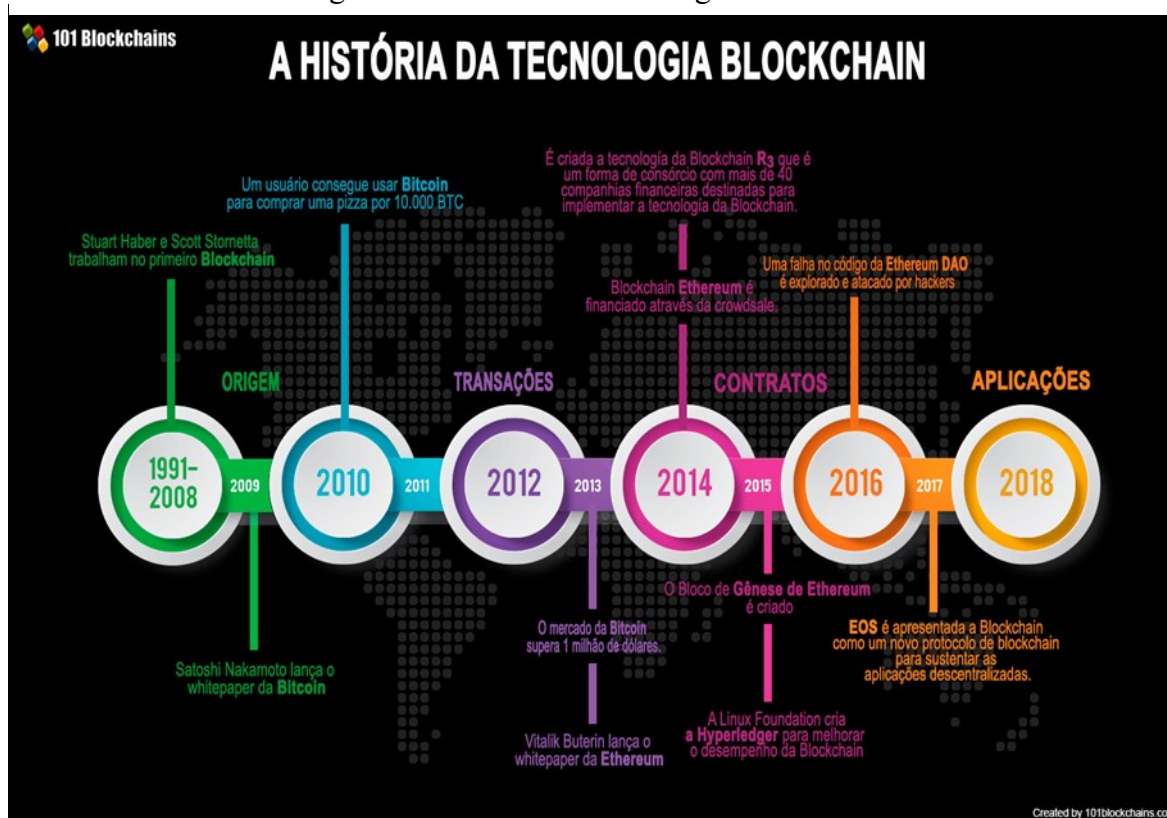
Fonte: Nawari & Ravidran, 2019, p. 210

Esta tecnologia evoluiu muito ao longo dos anos, inicialmente apenas servia de base a criptomoedas, hoje tem um potencial cada vez mais explorado pelas empresas, sendo uma forma segura de garantir sempre a integridade de todos os dados existentes na rede.

## 2.6. Evolução da *Blockchain*

Lamounier, (2019) apresenta a história da tecnologia *Blockchain*, ilustrada na figura 2.7, e dá uma perspetiva da sua evolução.

Figura 2.7: História da tecnologia *Blockchain*



Fonte: Lamounier (2019)

Segundo Lamounier, (2019), a tecnologia *Blockchain*, surge pela primeira vez em 1991 com W. Scott Stornetta e Suart Haber. Nesta altura procuravam criar um sistema criptográfico de blocos em cadeia, sem possibilidade de serem alterados. No entanto, apenas em 2008, com Satoshi Nakamoto, esta tecnologia passa a estar funcional. Entre 2008 e 2013, vigorou a *Blockchain 1.0*, e é nesta fase que nasce a *Bitcoin*, uma criptomoeda sustentada pela tecnologia *Blockchain*, sendo, no entanto, necessário esclarecer que *Bitcoin* e *Blockchain* não são a mesma coisa, como há ainda hoje quem o julgue ser. Nos anos 2013 a 2015, com a *Blockchain 2.0*, o interesse pela plataforma *Blockchain* da *Bitcoin* é crescente, o que leva a que os desenvolvedores comecem a ver

nesta tecnologia novas potencialidades. Nasce assim a plataforma *Ethereum*, esta plataforma tem novos recursos que permitem que não seja apenas usada como criptomoeda. Em 2014 surge o R3, formando um consórcio de 40 organizações, levando a que a tecnologia R3 Corda passe a ser utilizada no setor financeiro. Também a fundação *Linux* forma, nesta época, um projeto de código-fonte aberto, o *Hyperledger*, para soluções corporativas para empresas, baseadas em *Blockchain*. Em 2017, surge um novo tipo de tecnologia EOS. O bloco da empresa. Este tipo de tecnologia duplica a velocidade de processamento de contrato inteligente. Em 2018, com a *Blockchain 3.0*, a tecnologia *Blockchain* continua a crescer, sendo possível ter *Blockchains* com permissão. Aparecem, nessa época, cada vez mais projetos corporativos baseados em tecnologia *Blockchain*, surgindo assim novas soluções empresariais.

Swan, (2015), propõe também a evolução da *Blockchain* em três gerações distintas:

- *Blockchain 1.0*

A geração das criptomoeda e das aplicações de pagamento. A criptomoeda mais conhecida, e que ainda hoje se encontra muito forte no mercado, é a bitcoin, que para alguns ainda é confundida com a própria tecnologia que a suporta, a *Blockchain*.

Estas moedas, por não se encontrarem vinculadas a um país, facilitam as transações a custos muito reduzidos, proporcionando assim o aumento de utilizadores e, por consequência, a adoção por parte de mais agentes de novas tecnologias de pagamento. Portanto, as criptomoeda e os pagamentos “são a primeira e mais óbvia aplicação da *Blockchain*” (Swan, 2015, p. 5).

- *Blockchain 2.0*

A geração da descentralização dos mercados por meio dos contratos inteligentes. Nesta geração, mesmo com a evolução das criptomoeda, como a *Bitcoin 2.0*, a principal evolução centrou-se na descentralização de mercados e na possibilidade de transações de outros ativos, como transações financeiras, registos públicos e privados ou identificação.

Assim, aparece nesta geração a plataforma *Ethereum*, uma plataforma que serviu de base a aplicações descentralizadas, como as criptomoedas, contratos inteligentes (*Smart Contracts*)<sup>5</sup> e propriedade inteligente, Dapps, DAOs e DACs, tornando-se desta forma, segundo Swan, (2015), o principal nome da segunda geração da *Blockchain*.

- *Blockchain 3.0*

Nesta geração, a tecnologia *Blockchain* deixou de ter aplicação apenas na área financeira, ou económica, e permite agora que utilizações como a certificação da propriedade intelectual de bens físicos, ou digitais, ou como é exemplo a criação de uma forma alternativa ao comum DNS, o *Namecoin*, sem controlo de qualquer estado ou entidade.

## **2.7. *Blockchain* Público, Privado e Federado**

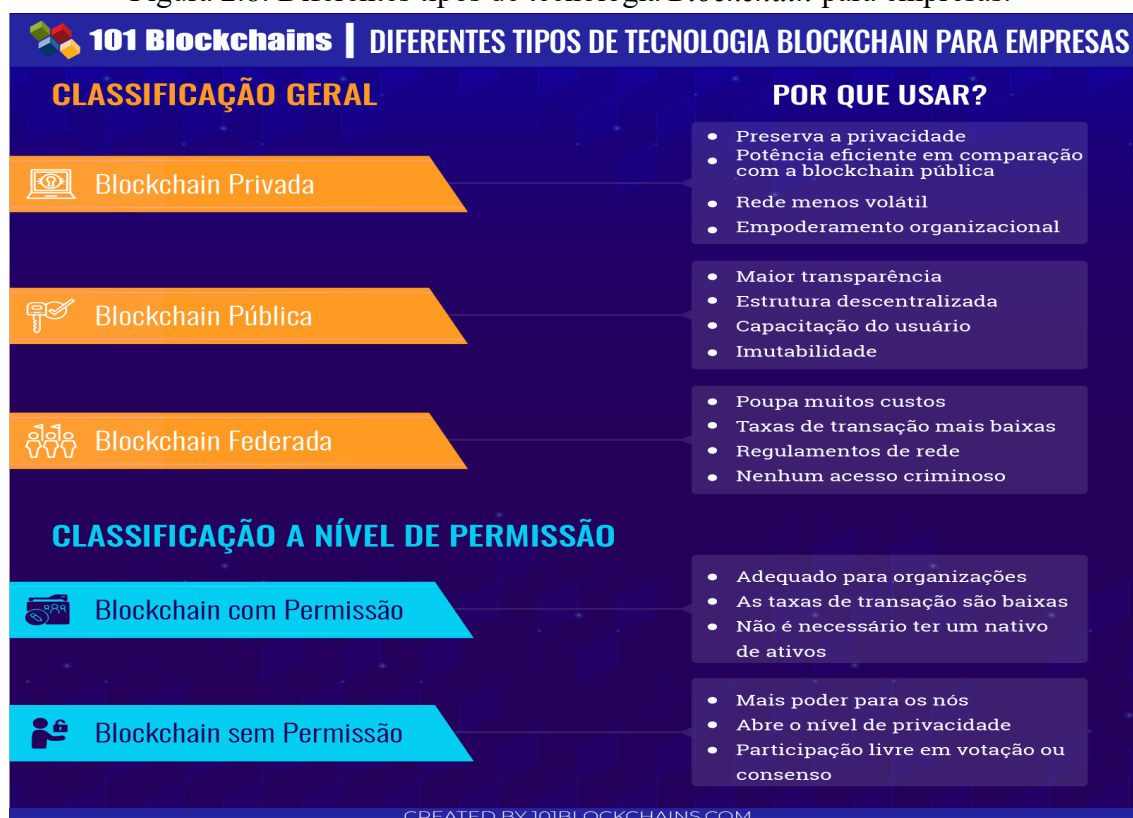
A tecnologia *Blockchain* pode ser classificada em três tipos diferentes: *Blockchain* privada; *Blockchain* pública; e *Blockchain* federada. Pode ainda ser classificada quanto ao nível de permissão, e neste caso pode ser *Blockchain* com permissão ou *Blockchain* sem permissão.

A figura 2.8 ilustra resumidamente os diferentes tipos de *Blockchain* que podem ser usados em empresas.

---

<sup>5</sup> Códigos ou programas armazenados e executados na *Blockchain*

Figura 2.8: Diferentes tipos de tecnologia *Blockchain* para empresas.



Fonte: Lamounier (2019)

*Blockchain* pública é, como o próprio nome indica, aberta a todos os participantes. Esta é uma *Blockchain* em que o anonimato é garantido, e todos podem de igual forma adicionar, ou não, blocos à cadeia. É uma rede que é totalmente descentralizada, não tendo nenhum organismo de controlo, desta forma torna-se menos propícia a ser alterada, pois só com um enorme poder computacional seria possível obter os 51% da capacidade da rede para poder alterar dados e isso, numa rede pública, torna-se uma tarefa praticamente impossível. Uma *Blockchain* pública é uma rede com classificação ao nível de permissão como *Blockchain* sem permissão.

*Blockchain* privada é uma rede em que existem permissões que são atribuídas por uma organização central, logo é uma rede com permissão. Esta organização gere as permissões, sendo que as permissões de escrita regra geral ficam a seu cargo, e as permissões de leitura poderão ser, ou não, públicas. Segundo Borrego (2019) esta rede permite menores custos de transação e um processamento mais elevado, pelo facto de estas não terem a

necessidade de verificação por milhares de nós, mas apenas por alguns confiáveis. Como as permissões são atribuídas, existe uma maior garantia de privacidade dos dados numa rede *Blockchain* privada.

*Blockchain* federada é uma rede em que o consenso é obtido através de um grupo de organizações. Este tipo de rede é usado por grupos de organizações, como por exemplo bancos, sendo que cada uma das organizações detém poder sobre um nó da rede e a maioria deles validam o bloco. Numa *Blockchain* federada, estamos perante uma rede com permissão, já que os direitos de leitura podem ser públicos, ou privados. A rede federada é mais descentralizada que a rede privada, no entanto, não tem o nível de descentralização de uma rede pública. Esta rede federada tem custos de transação reduzidos, mantém a autoridade distribuída e simplifica o manuseamento de documentos legais.

No quadro é apresentada a comparação entre estes três tipos de rede *Blockchain*, segundo Borrego (2019, p. 25).

Quadro 2.5: *Blockchain* Público vs Privado vs Federado.

	<b>Público</b>	<b>Privado</b>	<b>Consortio/Federada</b>
<b>Gestão da Rede</b>	Descentralizada	Centralizada	Híbrido (Múltiplas organizações)
<b>Acesso</b>	Qualquer utilizador (não necessita permissão)	Apenas para membros	Utilizadores qualificados através de aprovação
<b>Segurança</b>	Mecanismos de consenso	Participantes pré-aprovados Consenso em várias partes	Participantes pré-aprovados Consenso em várias partes
<b>Velocidade de Transação</b>	Lenta	Leve e rápida	Leve e rápido
<b>Numero de Utilizadores</b>	Milhões	Dezenas a poucas centenas	Centenas de milhares
<b>Benefícios</b>	Elevada segurança (transações verificadas por toda a rede)  Transparência (transações publicas e anónimas)	Eficiente (verificação realizada apenas pelo proprietário da rede)  Privada	Eficiente  Privado (o acesso a escrita e leitura é controlado)  Não há consolidação do poder de controle
<b>Desafios</b>	Ineficiente (todos os nós têm de verificar as transações)	Consolidação do Poder  Difícil colaborar com diferentes organizações	

Fonte: Borrego, 2019, p. 25

## 2.8. As Aplicações da Tecnologia *Blockchain*

A tecnologia *Blockchain* é uma tecnologia que, inicialmente, servia apenas de base a uma criptomoeda, “cresceu”, sendo as suas aplicações muito ligadas ao setor financeiro. No entanto, ao longo da sua evolução, tem sido possível associar esta tecnologia às mais diversas aplicações. Swan (2015) indica-nos algumas dessas aplicações: as transações financeiras; registos públicos; identificação; registos privados; comprovação; bens intangíveis. A garantia do anonimato, o fim dos intermediários, a facilidade de auditorias e a transparência das transações, são uma garantia a estas atividades, que têm levado à diversificação da aplicabilidade da *Blockchain*, estando cada vez mais empresas a criar as suas plataformas de *Blockchain*, colaborando entre si, para atingir novas soluções. Por exemplo, a Toyota utiliza-a para melhoria da tecnologia de condução autónoma; a Alibaba para rastreamento de artigos de luxo; e a Baidu para gestão de direitos intelectuais, Lamounier, (2019). Também em Portugal, de acordo com declarações de Nuno Jardim Nunes, diretor do Instituto de Tecnologias Interativas do IST em Lisboa, à Lusa, surge um projeto com a duração de cinco anos que tem por objetivo disponibilizar serviços baseados em tecnologia *Blockchain*, a empresas, artistas ou entidades públicas nacionais ou estrangeiras (RTP, 2020).

A aplicação da *Blockchain* na área da contabilidade é tratada num estudo de Rocha & Migliorini (2019, p.p. 99 a 111). Neste estudo encontram-se duas tabelas, uma tabela, designada “tabela 01 – As oito funções de ouro do *Blockchain*”, que aqui se reproduz no quadro 2.7, cuja fonte é Tapscott e Tapscott (2016, p. 99) e outra designada por “tabela 02 – Impactos trazidos pelo *Blockchain* na contabilidade”, que aqui se reproduz no quadro 2.6, cuja fonte é Duarte (2018). Pela análise da tabela, os autores do estudo puderam verificar o impacto e o interesse na área da contabilidade que a tecnologia pode ter.

Um livro razão público pode, desta forma, conter toda a informação contabilística, por exemplo, todos os registos, faturação, pagamentos e, compras, de forma segura, inalterável, inviolável e em tempo real.

Quadro 2.6: Impactos trazidos pela *Blockchain* na contabilidade (Tabela 02)

<b>Função</b>		<b>O impacto do <i>Blockchain</i></b>
1	Registros contábeis inalteráveis	Permite que as informações sejam vistas, mas não copiadas, alteradas ou excluídas.
2	Redução de erros	Como não podem ser alteradas as informações já validadas, o <i>blockchain</i> , torna os processos mais fáceis e confiáveis, reduzindo os erros.
3	Contabilidade em tempo real	Informações permanentes, atualizadas em tempo real e visível publicamente, permitindo aos usuários verificar e auditar as informações sem a necessidade de um terceiro.

Fonte: Adaptado de Duarte 2018 por Rocha & Migliorini, 2019, p. 103

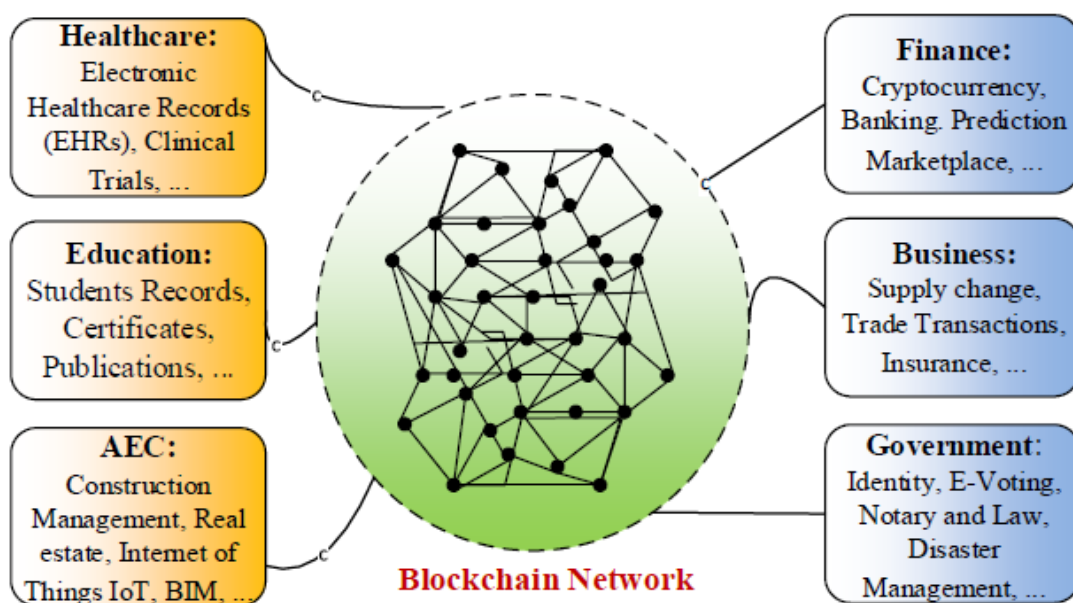
Quadro 2.7: As oito funções de ouro da *Blockchain* (Tabela 01)

Função		O impacto do <i>Blockchain</i>	Parte interessada
1	Autenticando identidade e valor	Identidades verificáveis e sólidas, criptograficamente garantidas;	Agências de classificação, análise de dados do consumidor, marketing, banco de varejo/atacado, rede de catões de pagamento, reguladoras;
2	Movimentando um valor	Transferência de valor, sem um intermediário, reduzindo custos e velocidade no pagamentos;	Banco de varejo/atacado, redes de catões de pagamento, telecomunicações, reguladoras;
3	Armazenando um valor	Mecanismos de pagamento combinado com guarda segurança e confiável, reduzindo a necessidade de serviços financeiros típicos, tornando poupanças, contas obsoletas;	Banco de varejo/atacado, corretoras, gestão de ativos, telecomunicações, reguladoras;
4	Emprestando um valor	A dívida pode ser emitida, trocada e regularizada através do <i>blockchain</i> , reduzindo atrito, aumentando eficiência e melhora o risco sistêmico;	Bancos atacadistas/ comerciais, finanças públicas, <i>crowdfunding</i> , reguladoras, agências de classificação de risco, empresa de software de avaliação de crédito;
5	Trocando valor	O <i>blockchain</i> reduz o tempo de transações de dias, semanas, para minutos;	Investimento, banco por atacado, operadores de câmbio, fundos especulativos, ações, corretoras de <i>commodities</i> , bancos centrais, reguladoras;
6	Financiando e investindo um ativo, companhia, startup	Novos modelos de financiamento ponto a ponto, registro de ações corporativas como dividendos, pagos automaticamente por meio de contratos inteligentes;	Bancos de investimento, capital de risco, jurídico, auditoria, gestão da propriedade, bolsa de valores, reguladoras;
7	Garantindo valor e gerenciando	Usando sistemas de reputação, seguradoras irão estimar melhor o risco atuarial, criando mercados descentralizados para seguros;	Seguros, gestão de risco, bancos de atacado, corretagem, câmaras de compensação, reguladoras;
8	Contabilidade para valor	O livro-razão distribuído fará auditoria e relatórios financeiros em tempo real, responsivos e transparentes, melhorará a capacidade das reguladoras em fiscalizar as ações das corporações.	Auditoria, gestão de ativos, guardiões dos acionistas, reguladoras.

Fonte: Tapscott & Tapscott, 2016, p. 99, citado em Rocha & Migliorini, 2019, p. 102

Ainda segundo Tapscott & Tapscott (2016), a *Blockchain* é uma tecnologia que diminui a burocracia, por exemplo, na abertura de uma empresa, esta reduz os obstáculos para empreender, ou seja, não é apenas uma tecnologia que agiliza os processos financeiros. No setor da construção, como referência, encontraram-se dois artigos que relacionam a *Blockchain* com a tecnologia *Building Information Modeling (BIM)*, esta utilizada na construção civil para troca de informações entre os diversos envolvidos nos projetos e construções. No artigo de Silva, Vianna & Pedroso (2019) concluiu-se que a *Blockchain* pode resolver problemas relacionados com dificuldades existentes na tecnologia *BIM* no que diz respeito a direitos de autores e à sua responsabilização, além disso reconhece “o valor da tecnologia *Blockchain* e a sua potencial sinergia com a tecnologia *BIM*”. Já no artigo de Nawari & Ravindran (2019), relacionando também estas tecnologias, os autores investigaram as aplicações da *Blockchain* para a “*Architecture, Engineering and Construction Industry*”. Estes autores apresentam possíveis aplicações desta tecnologia em diversos setores (figura 2.9).

Figura 2.9: Aplicações da *Blockchain*.



Fonte: Nawari & Ravindran, 2019, p. 222.

Os autores referem que, de certa forma, a indústria da construção, pode beneficiar da *Blockchain*. Para estes autores, a adoção da *Blockchain*, no domínio desta indústria,

aumenta a competitividade e a eficiência sistêmica enquanto atinge sinergias e aumenta os protocolos de comunicação entre toda a rede. No entanto, os autores indicam algumas limitações à digitalização desta indústria, como o foco das empresas no retorno do investimento, a complexidade dos projetos, o grande capital inicial, a reputação da empresa, pessoal não qualificado, considerações legais e restrições governamentais. No seu estudo, concluem que a aplicação desta tecnologia descentralizada em qualquer indústria requer segurança reforçada, reforça a contabilidade e acelera a mudança no fluxo dinâmico de trabalho da estrutura hierárquica, para uma rede de comando descentralizada e cooperativa, além disso afeta a mudança cultural e social encorajando a confiança e a transparência.

Num artigo da [pplware.sapo.pt](http://pplware.sapo.pt) (2020), é apresentado como a tecnologia *Blockchain* pode ser um trunfo importante na gestão da qualidade do azeite. Assim, uma grande empresa americana de produção de azeite, a CHO, utiliza a plataforma da IBM, *IBM Food Trust*, para garantir a qualidade do seu azeite desde o pomar até ao consumidor final. Esta plataforma é uma rede de *Blockchain* corporativo, em que cada participante controla um dos nós da rede, assim, desde os produtores até ao retalho, todos participam de forma descentralizada na gestão dos dados, garantindo que todos cumprem as regras estabelecidas. Desta forma, para dar essa garantia de qualidade, “a empresa em causa fez os seus próprios testes, submeteu-os à análise de entidades externas e os dados resultantes foram usados para garantir a qualidade da informação gerida pela plataforma *Blockchain*. Esses dados não serão mais manipulados” ([pplware.sapo.pt](http://pplware.sapo.pt), 2020.). Assim a IBM pretende que a qualidade dos produtos possa ser no futuro certificada pela *Blockchain*.

Também de acordo com [tiinside.com.br](http://tiinside.com.br) (2020), um novo aplicativo móvel está a surgir tendo a plataforma *Farmer Connect* da *IBM Blockchain* como base. Este aplicativo vai unir todos os participantes no ciclo de vida do café, desde o produtor até ao consumidor que toma o seu café num bar. Assim, todos, tendo em conta as suas permissões na rede, colocam os dados na *Blockchain*, para que possam estar reunidos e à disposição dos interesses de cada um, garantindo a imutabilidade das transações, e permitindo também ao consumidor um conhecimento do ciclo do café. Desta forma, segundo David Behrends, presidente fundador da *Farmer Connect*, citado em [tiinside.com.br](http://tiinside.com.br) (2020) “os consumidores agora podem desempenhar um papel ativo na governação da

sustentabilidade, apoiando os cafeicultores nos países em desenvolvimento”. Assim, a tecnologia *Blockchain* está a garantir a subsistência dos pequenos produtores, permitindo aos consumidores ter um conhecimento de todo o ciclo do café, e assim saber o que consume e de onde vem o que consume.

Na mesma senda, Borrego (2019), no seu estudo, identifica utilizações da tecnologia *Blockchain* neste setor (agricultura) em áreas como as definidas no quadro seguinte.

Quadro 2.8: Possíveis vantagens da aplicação da tecnologia *Blockchain* na agricultura.

Rastreabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuda a diminuir o desperdício alimentar</li> <li>- Disponibiliza toda a informação desde a produção ao transporte</li> <li>- Melhora a relação consumidor/produtor</li> </ul>
Otimização da <i>Food Supply Chain</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite uma melhor otimização das quantidades e dos preços</li> <li>- Possibilita a encomenda de quantidades mais racionais</li> <li>- facilita a rapidez na troca de informações</li> </ul>
Transações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite comodidade e rapidez nos pagamentos</li> <li>- Implica menos taxas de transação</li> </ul>
Seguro de Colheitas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regista as partes envolvidas, o preço, a data, a localização e a qualidade</li> <li>- Possibilita a segurança de documentos</li> <li>- Aumenta a visibilidade da <i>supply chain</i></li> </ul>

Fonte: Borrego, 2019, p. 32

Já no que diz respeito à utilização da *Blockchain* na educação, e em particular nos certificados digitais, Miranda (2019) refere-se às várias vantagens que a tecnologia pode trazer, e que identifica como: a impossibilidade destes serem forjados; a verificação pública por qualquer pessoa; a validação do certificado é feita mesmo se a instituição emissora já não existir, não havendo necessidade de entidades intermediárias; só uma falha em todos os nós da rede pode comprometer as dados; e o nível de privacidade torna-se mais privilegiado para os utilizadores.

Miranda (2019), refere ainda que a *Blockchain* na educação é já uma realidade em diversas instituições, como são os casos: da Universidade de Nicósia, que se tornou a primeira instituição a emitir certificados académicos através da *Blockchain*; do *Massachusetts Institute of Technology* e o seu departamento de pesquisas *Mit Media Lab*, que se juntaram

ao desenvolvimento da plataforma *Blockcerts*; as instituições de ensino em Malta; e as Universidades Federais de Santa Catarina e da Paraíba, no Brasil.

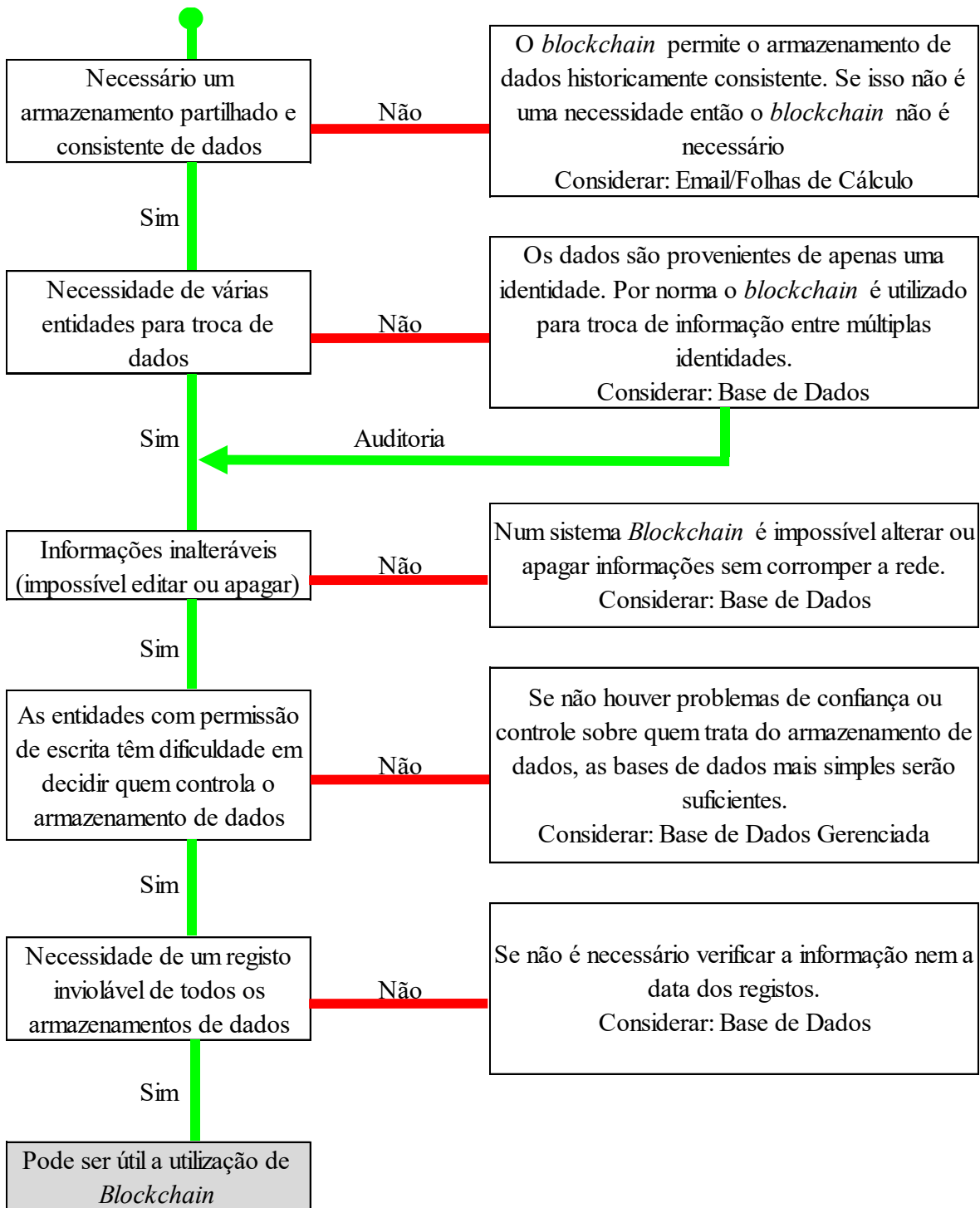
Ainda no que respeita à utilização da *Blockchain* na educação, Debesaitis (2020) identificou como funcionalidades importantes tanto para instituições como para os alunos, a possibilidade de verificação automática de créditos e títulos; o facto de tornar possível financiamentos de alunos e pagamentos estudantis; a desmaterialização de documentos; e a centralização de dados importantes.

Foi ainda possível verificar a aplicação da *Blockchain* no sector portuário, através de um artigo de Oliveira, Portugal & Prado (2021), que considera que as empresas pioneiras no uso da tecnologia, como são exemplo a *Tradelens* e a *TBSX3*, apresentam uma melhoria muito significativa no desempenho das suas atividades, proporcionando um menor gasto de tempo nas atividades dos trabalhadores e nos procedimentos informáticos, assim como uma diminuição da burocracia na troca de informações entre as diversas entidades/instituições.

Em Portugal, o Porto de Leixões, de acordo com a *mobmagazine.pt* (2019), integra o programa de inovação “*Bluetech Accelerator*”, que prevê a criação de um produto piloto com vista à possível introdução de novas tecnologias, entre as quais a *Blockchain*, na atividade portuária.

Borrego (2019), citando Yaga et al (2018), esclarece que o Departamento de Segurança Interna dos Estados Unidos dispõe de um fluxograma (figura 2.10) que pode servir de base à melhor opção, por parte das organizações, no que respeita à análise da necessidade, ou não, da utilização da tecnologia *Blockchain*.

Figura 2.10: Fluxograma para identificação da necessidade de utilização da *Blockchain*



Fonte: Borrego, 2019, p. 26

Conhecendo a tecnologia *Blockchain*, e algumas das suas possíveis aplicações fora do âmbito financeiro ou económico, é agora possível ter a base de conhecimento necessária para proceder à recolha de dados através de um trabalho empírico que possa contribuir para o sucesso da presente investigação.

### **3. Metodologia**

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada neste estudo, para melhor se atingirem os objetivos propostos e assim dar resposta à questão de investigação.

#### **3.1. Tipos de Investigação e Estratégia de Investigação**

Na linha daquilo que já foi referido, a opção em termos de metodologia para esta pesquisa foi que esta fosse um estudo exploratório, utilizando como estratégia de investigação o estudo de caso.

Tendo em conta que a tecnologia *Blockchain* é ainda uma tecnologia recente, e a sua aplicabilidade nos diversos setores tem vindo a crescer, foi crucial perceber se esta aplicabilidade tem potencial para os produtos pré-esforçados em betão e na gestão da qualidade destes. Uma vez que os estudos são quase inexistentes para este tema, tornou-se necessário adquirir um melhor conhecimento do problema, razão pela qual a escolha considerada mais adequada foi um estudo exploratório, aliado à estratégia de estudo de caso. O estudo de caso é, segundo Eisenhardt (1989, p. 534) “uma estratégia de pesquisa orientada para a compreensão das dinâmicas que emergem de contextos singulares”. Para Godoy (1995, p. 25) a preferência pelo estudo de caso como estratégia de pesquisa advém de questões “como” e “porquê” e para Halinen & Tornroos (2005) citados em Pedron (2008) o estudo de caso deve ser usado quando o conhecimento existente sobre o fenómeno é pequeno e as teorias disponíveis para explicá-lo não são adequadas. Já Yin (1993), citado em Pedron (2008) classifica o estudo de caso quanto ao objetivo da investigação como exploratório quando “trata com problemas pouco conhecidos, objetiva definir hipóteses ou proposições para futuras investigações”.

Atendendo ao exposto, considerou-se que um estudo exploratório com uma estratégia de estudo de caso, permitiria obter um melhor conhecimento do tema para o qual a literatura é quase inexistente.

Desta forma, tornou-se necessário encontrar, no setor da indústria dos produtos pré-esforçados em betão, uma empresa que se disponibilizasse a colaborar na investigação.

Empresa essa, que, tendo em conta a uniformidade existente nesta indústria, quanto a requisitos/homologações/certificações, destes produtos, esta confirmada também pela larga experiência profissional do investigador no sector, poderia, nesta investigação, ser representativa de todo o sector dos produtos pré-esforçados em betão.

Para isso, foi efetuada uma pesquisa ao referido sector, tendo nessa pesquisa, e após contacto com várias empresas, sido possível encontrar uma empresa que se prontificou a participar neste estudo, a Pavinorte, s.a..

A Pavinorte – Jorge da Silva Costa, s.a., é uma empresa situada no norte do país, mais concretamente em Cabeça Santa – Penafiel, que conta com 32 colaboradores e que desde 1975 dedica a sua atividade principal ao “fabrico de outros produtos de betão, gesso e cimento” (Pavinorte, s.a., 2020, p. 3), tendo como produtos fabricados no seu portefólio as vigotas, o painel alveolar, a prelosa, a abobadilha de betão e os pavês, estando desde 1989 os seus produtos homologados, através do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. A Pavinorte, s.a., tem como mercados principais, entre outros, o Grande Porto e Penafiel e concelhos limítrofes para escoamento dos seus produtos e conta com três centros de produção, sendo: o centro de produção 1 destinado à produção de vigotas, painel alveolar e prelosa; o centro de produção 2 à produção de abobadilhas de betão e blocos vazados; e o centro de produção 3 destinado à produção de pavês de betão.

### **3.2. Identificação do Tipo de Dados**

Definidos o objeto e os objetivos da investigação, tornou-se possível colocar as questões “observar o quê?” e “observar em quem?”, propostas por Quivy & Campenhoudt (1998, p.p. 155-163), às quais a metodologia utilizada permitiu dar resposta, através da obtenção de dados relativamente: à tecnologia *Blockchain*, ao seu funcionamento e à sua aplicabilidade nas diversas áreas, onde esta tecnologia já se encontra em funcionamento, ou em desenvolvimento; às normas ISO aplicáveis à gestão da qualidade, com incidência naquelas que forem utilizadas pela empresa em estudo no seu sistema de gestão da qualidade; ao sistema de gestão da qualidade da empresa em estudo; à forma como o sistema de gestão da qualidade da empresa trata os produtos pré-esforçados em betão; e ao ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão e ao seu processo produtivo.

### 3.3. Técnica de Recolha e Análise de Dados

A recolha de dados é uma fase crucial da investigação, e a qualidade dos mesmos define o resultado desta. Assim, para este estudo exploratório, a técnica utilizada para recolha de dados foi o questionário, utilizando perguntas abertas, que “são exploratórias por natureza e oferecem dados avançados e qualitativos” (SurveyMonkey, 2021, P. 4). Ou seja, estas perguntas abertas, permitem aos respondentes uma maior liberdade de resposta, proporcionando ao investigador dados de maior qualidade, acerca do caso em estudo, principalmente quando o conhecimento deste é ainda escasso.

A técnica de recolha de dados foi utilizada sob a forma de três questionários distintos: sendo um deles dirigido, via email, ao departamento da qualidade da empresa em estudo, e através do qual se pretendeu obter respostas acerca do processo produtivo e ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão e da forma como intervém nestes o SGQ pretendeu-se ainda saber como são efetuadas as auditorias e quais as normas utilizadas pelo SGQ, isto na perspetiva do departamento da qualidade; um segundo inquérito, também este através de email, dirigido à administração da empresa em estudo, onde se pretendeu conhecer, na perspetiva de cada departamento, os processos inerentes aos produtos pré-esforçados em betão e a forma como atua o SGQ nestes departamentos no âmbito dos produtos pré-esforçados; e um terceiro dirigido a onze especialistas em tecnologia *Blockchain*, no qual se pretendeu perceber, de acordo com a opinião de especialistas se as funcionalidades da tecnologia *Blockchain* podem ser aplicadas às especificidades dos produtos pré-esforçados em betão e ao SGQ destes, e ainda, tendo em conta o facto desta ser uma tecnologia recente e em crescimento, saber se alguma nova aplicação ou funcionalidade não estudada na escassa literatura disponível, possa também ser aplicada nestes produtos e no seu SGQ.

A seleção destes onze especialistas obedeceu ao cumprimento de pelo menos um dos seguintes critérios: possuir formação académica ao nível de mestrado, ou doutoramento, em área tecnológica ou similar; ser investigador(a) em projetos na área tecnológica ou similar; desenvolver a sua atividade profissional em organizações/instituições que se encontrem associadas a programas/projetos tecnológicos; ser docente em instituições de ensino superior em áreas tecnológicas.

Desta forma, seguindo os critérios definidos: cinco especialistas, de diversas nacionalidades, foram selecionados através de um contacto pessoal, sendo que destes especialistas apenas um se mostrou disponível para responder; um, selecionado online com base em projetos em que se encontra associado, numa Instituição de Ensino Superior portuguesa, no entanto, não tinha possibilidade de responder, tendo indicado dois novos contactos, relacionados com instituições portuguesas, contactos esses que indicaram ainda outro especialista, tendo assim sido possível obter mais três respostas; foram ainda selecionados mais dois contactos, de acordo com a atividade das organizações a que pertencem, mas não foi possível obter respostas destes.

Assim, dos onze especialistas contactados, obtiveram-se quatro respostas, tendo sido uma delas dada por um especialista, cuja área de estudo é a *Blockchain* e *data analysis*, com formação ao nível do ensino superior e sendo investigador num instituto cuja área de estudos é *software* e sistemas; as restantes três respostas foram dadas por especialistas com doutoramento nas áreas tecnológica e da física e nanotecnologia, e desenvolvem as suas atividades profissionais em instituições/organizações que se dedicam ao desenvolvimento de projetos nas áreas tecnológica, da ciência e da inovação.

Das respostas a estes questionários, foi possível obter os dados necessários para responder à questão de investigação, sem a necessidade da presença do investigador junto dos respondentes, que durante o período da investigação está limitado nas suas deslocções. Sendo certo, que a presença do investigador poderia evitar possíveis erros de interpretação de dados.

Após a recolha de dados, procedeu-se à seleção e classificação destes através de uma “verificação crítica a fim de detetar falhas ou erros, evitando informações confusas, distorcidas, incompletas, que podem prejudicar o resultado da pesquisa” (Marconi & Lakatos, 2010, p. 150). Classificados os dados, foi efetuada a sua análise, onde se procurou estabelecer relações entre os dados obtidos e os objetivos propostos, com vista a responder ao problema de pesquisa. Por fim, foi efetuada a interpretação dos dados e elaborada uma síntese na qual foram apresentados os resultados de forma clara de acordo com a interpretação do investigador a partir da análise feita anteriormente.

## **4. Análise e Apresentação de Resultados**

De acordo com a opção metodológica feita para esta pesquisa, foram encetados contactos com a empresa em estudo, através de *email* e do envio de dois questionários, um deles à administração da empresa e outro ao departamento da qualidade. No momento posterior foram também enviados questionários a vários especialistas na tecnologia *Blockchain*.

### **4.1. Resultados obtidos na empresa em estudo**

Os contactos com a empresa permitiram obter o Manual da Organização e resposta aos questionários enviados, sendo que, as respostas obtidas ao questionário enviado à administração, foram dadas pelos responsáveis de cada um dos departamentos aos quais se dirigia cada questão (departamento de compras, departamento de produção e departamento de marketing, vendas e serviço pós-venda) e as respostas obtidas ao questionário enviado ao departamento da qualidade foram dadas pelo responsável do mesmo.

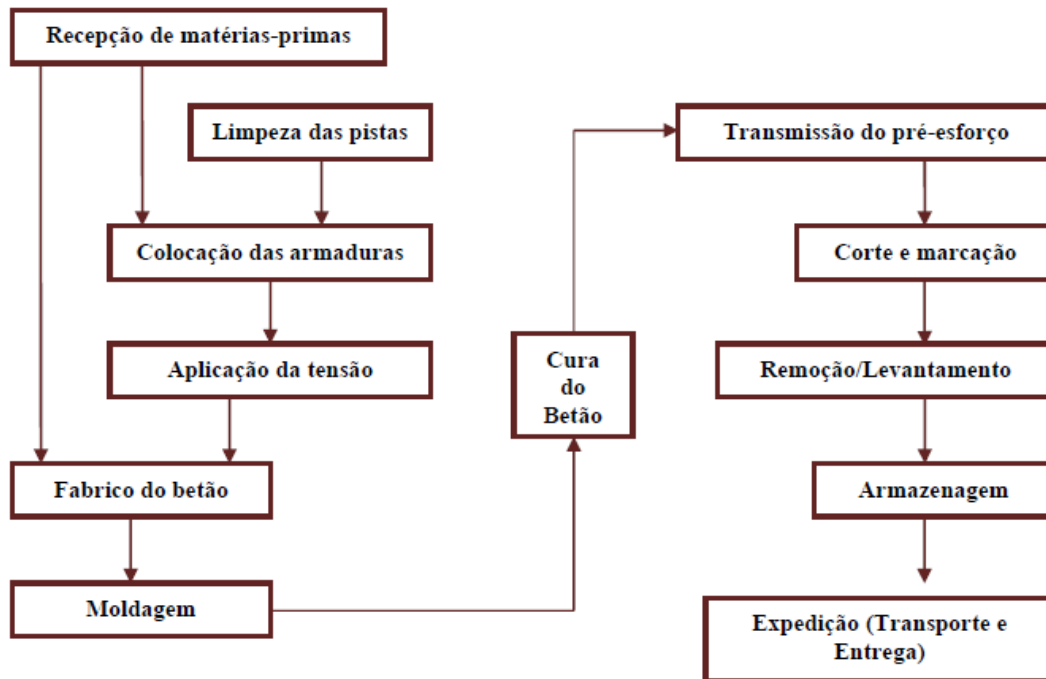
Para uma melhor compreensão dos dados obtidos junto da empresa, foram usados esquemas que relacionam as respostas de cada um dos departamentos com a tecnologia *Blockchain*, esta, com base na literatura disponível.

#### **4.1.1. Identificação e descrição das etapas do processo produtivo e das fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão**

Através do Manual da Organização foi possível verificar a existência de três centros de produção. Destes, apenas no centro de produção 1 são fabricados os produtos pré-esforçados em betão que interessam para este estudo, tendo-se obtido, no Manual da Organização um fluxograma simplificado do processo produtivo dos produtos pré-esforçados em betão, relativo ao centro de produção 1 da empresa (Figura 4.1.). Sendo possível assim, identificar algumas das etapas do processo produtivo, bem como as fases do ciclo de vida dos produtos em estudo.

Figura 4.1: Fluxograma de fabrico.

### Fluxograma de Fabrico



Fonte: Pavinorte, s.a., Manual da Organização, (11-02-2020)

As respostas obtidas dos questionários enviados à empresa permitiram identificar melhor e compreender todas as etapas/fases do processo produtivo, e do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão.

O departamento da qualidade identificou as treze etapas do processo produtivo dos produtos pré-esforçados em betão, que cada responsável dos respetivos departamentos descreveu de forma mais completa nas respostas aos questionários:

1 - Aquisição de matérias-primas (departamento de compras): São seleccionados os fornecedores com base na relação qualidade/preço/capacidade de resposta e no fator confiança. Os inertes são solicitados diretamente do operador da central de betão ao transportador; O aço, é a secção de compras que, via *mail* ou telefone, procede à encomenda, por pedido da secção de aço; Cimento e adjuvantes, elaborada requisição no *site* do fornecedor, pela secção de compras, por pedido do operador da central de betão;

- 2 - Limpeza e secagem da pista (departamento de produção): Procedimento efetuado antes de ser iniciada a produção;
- 3 - Aplicação de descofrante na pista (departamento de produção): É aplicado o descofrante diretamente na pista;
- 4 - Colocação de aço (departamento de produção): A quantidade de aço e o seu posicionamento varia de acordo com o tipo de produto e é fixado nas extremidades da pista por cunhas e cones;
- 5 - Tencionar o aço (departamento de produção): A tensão colocada no aço varia de acordo com o produto e obedece a parâmetros pré-estabelecidos;
- 6 - Colocação da máquina de moldar na pista (departamento de produção): Máquina de moldar é colocada no início da pista, com o molde adequado ao produto a produzir;
- 7 - Colocação do aço no guia fios da máquina (departamento de produção): Guia-fios são colocados na máquina de moldar;
- 8 - Produção de Betão (departamento de produção): De acordo com a receita adequada ao produto a produzir, o operador da central de betão inicia a produção do betão;
- 9 - Moldagem do produto (departamento de produção): O betão é transportado através de uma ponte rolante, desde a central de betão até à máquina de moldar, iniciando-se a moldagem do produto com a máquina a percorrer a pista;
- 10 - Cura do betão (departamento de produção): A cura do betão é uma cura natural, recorrendo-se à rega deste em casos de temperaturas elevadas;
- 11 - Transmissão do pré-esforço (departamento de produção): A transmissão do pré-esforço do aço para o betão, é efetuada após 2/3 dias de cura, tendo aí, o betão atingido a resistência à compressão mínima;

12 - Corte do produto (departamento de produção): Procede-se à marcação das medidas para o corte, de acordo com encomendas ou necessidades de reposição de stock, e utilizando uma máquina de corte, são efetuados os cortes do produto;

13 - Levantamento e armazenamento do produto (departamento de produção): Através de pinças alocadas às pontes rolantes, o operador remove o produto das pistas, colocando-o na entrada da fábrica, de onde será levado por empilhadores para a zona de armazenagem;

O departamento da qualidade identificou ainda todas as fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão:

1 – Fabrico, que engloba todo o processo produtivo;

2 – Transporte, que engloba a carga, transporte e descarga;

3 – Montagem, que engloba a estabilização de equipamentos, colocação dos acessórios de elevação de cargas, posicionamento dos produtos pré-esforçados e o escoramento provisório;

4 – Demolição, serviços que a empresa não providencia;

5 – Tratamento de resíduos, serviços que a empresa não providencia.

Para além dos dados relativos ao processo de produção, e às fases do ciclo de vida dos produtos, foi possível apurar, de acordo com o departamento de marketing, vendas e serviço pós-venda, que o marketing atua na promoção dos produtos nas redes sociais e no contacto regular com os clientes, seja através de visitas, ou de chamadas telefónicas. O setor comercial, aquando da receção de pedido de orçamento, abre um processo, anexando os dados do cliente e da obra. Identifica os requisitos do produto e é preparada, pelo departamento técnico, uma proposta de acordo com os requisitos do cliente. Verificados os produtos e quantidades necessárias, a seção de vendas confirma as existências que garantam as entregas ao cliente no prazo pretendido, ou sugere alternativas. Estando tudo conforme, é enviado o orçamento ao cliente. Em caso de adjudicação, é criado um

processo de obra, com dados do orçamento e retificações de medidas em obra, e emitida ordem de expedição, com o tipo de produto e quantidades a serem preparadas para o cliente.

#### **4.1.2. Atuação do SGQ ao longo das etapas do processo produtivo e das fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão**

A forma como atua o SGQ no departamento de marketing, vendas e serviços pós-venda e nas auditorias da qualidade aos produtos pré-esforçados em betão e ao SGQ, é aqui descrita através do esquema do Quadro 4.1. Já quanto à forma com este atua ao longo do processo produtivo e do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados, foram elaborados dois esquemas, quadros 4.2 e 4.3, que utilizam a numeração apresentada na secção anterior, para identificar as etapas/fases do processo produtivo e do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão e descrever a forma como o SGQ atua, de acordo com cada um dos respetivos departamentos, fazendo a comparação com a descrição feita pelo departamento da qualidade acerca da atuação do SGQ, nas várias etapas/fases do processo produtivo e do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão. Nestes esquemas não são enumeradas as fases 4 e 5 do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão, por se tratar de serviços não prestados pela empresa, assim como não são enumeradas as etapas 2, 3 e 7 do processo produtivo por estas não sofrerem intervenção do SGQ.

Quadro 4.1: Atuação do SGQ, no departamento de marketing, vendas e serviços pós-venda e nas auditorias

	<b>De acordo com os Respetivos Departamentos</b>	<b>De acordo com o Departamento da Qualidade</b>
Marketing, Vendas e Serviço pós-venda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SGQ não atua na secção de marketing.</li> <li>- No setor de vendas, o SGQ dita os procedimentos a tomar quanto aos registos a preencher (processo de orçamentação, de obra, ordem de expedição...), aos aspetos e ações a ter em conta durante o processo (requisitos dos produtos pedidos, existências...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A empresa não oferece serviços pós-venda, com exceção para as reclamações de clientes, neste caso o SGQ estabelece procedimentos a ter em conta no que respeita aos registos a preencher (reclamação de cliente, causa, ação tomada para resolução).</li> </ul>
Auditorias da qualidade aos produtos pré-esforçados em betão e ao SGQ. (departamento da qualidade)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auditorias da qualidade aos produtos e ao SGQ são efetuadas em simultâneo</li> <li>- destinam-se a verificar o grau de implementação do SGQ e o grau de conformidade do sistema e do produto com os requisitos das normas de referência. São realizadas por amostragem, logo podem existir não conformidades além das verificadas nas auditorias.</li> <li>- Durante a auditoria: É verificado o acompanhamento e tomada de ações relativas aos objetivos estabelecidos pela empresa, através da verificação dos registos; É verificado o cumprimento dos requisitos regulamentares, estatutários e legais aplicáveis às atividades da empresa, bem como a análise de reclamações, não conformidades, incidentes, ação e ações corretivas e preventivas, conformidade dos produtos e correta utilização da marcação CE.</li> <li>- É elaborado um relatório que constitui o registo da realização da auditoria, relatando as principais constatações referentes ao SGQ e dos produtos auditados.</li> </ul>

Fonte: Elaboração Própria

Quadro 4.2: Atuação do SGQ, na fase 1 do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão e nas várias etapas do seu processo produtivo.

Fases do Ciclo de Vida	Étapas do Processo Produtivo	De acordo com os Respetivos Departamentos	De acordo com o Departamento da Qualidade
1	1	(Departamento de compras) - Auxilia a administração na escolha de fornecedores, através de avaliações anuais. - Define o processo de receção e verificação de matérias-primas, tal como ações a tomar em caso de não conformidade, através do plano de medição e monitorização.	- Estabelece procedimentos e responsáveis pela monitorização de guias de remessa, matéria-prima, ficha técnica, declaração de desempenho e relatórios de ensaio do fornecedor de forma a garantir a conformidade das matérias-primas com o respetivo pedido.
	4	(Departamento de produção) - Dita procedimentos no que respeita a registos a preencher (p.e. bobines a utilizar, tensão a aplicar...), aos aspetos a ter em conta durante a aplicação e tensionamento do aço (p.e. ferrugens, dobras, fissuras...) e como proceder em caso de não conformidades.	- Estabelece procedimentos, registos e respetivos responsáveis da monitorização da conformidade do tipo, quantidade, forma, dimensões e os posicionamentos requeridos.
	5		- Estabelece procedimentos, registos e respetivos funcionários pela gestão de equipamentos de medição e monitorização que garanta a calibração das máquinas de tencionar.
	6	(Departamento de produção) - Dita procedimentos a ter em conta quanto ao bom funcionamento das máquinas e dos moldes e registos a efetuar.	- Estabelece procedimentos e respetivos responsáveis pela execução das manutenções preventivas e seu registo, garantindo o bom funcionamento das máquinas de produção e bom estado dos moldes.
	8	(Departamento de produção) - Dita procedimentos no que respeita a registos a preencher (p.e. data/hora de produção, receita utilizada...), aos aspetos a ter em conta durante a produção (homogeneidade e consistência da mistura, dimensões do produto...) e como proceder em caso de não conformidades.	- Estabelece procedimentos, registos e respetivos responsáveis pela gestão de equipamentos de medição e monitorização que garanta a calibração das balanças; pela verificação do correto aspeto, homogeneidade e consistência da mistura; pela execução de provetes de betão a partir de amostras do betão produzido para ensaio de conformidade aos 28 dias.
	9		- Estabelece procedimentos e respetivos responsáveis pela verificação do aspeto das superfícies e dimensões do produto.
	10	(Departamento de produção) - Dita procedimentos a tomar quanto aos aspetos a ter em conta durante a cura (temperatura interior da fábrica, fissuras na superfície do produto em cura...) e como proceder em caso de não conformidades.	- Estabelece procedimentos e respetivos responsáveis pela verificação da temperatura ambiente e necessidade de rega do produto em cura.
	11	(Departamento de produção) - Dita procedimentos a tomar quanto aos registos a preencher (data/hora da transmissão do pré-esforço e do corte, valores dos ensaios à compressão, medidas dos cortes...), aos aspetos a ter em conta durante a transmissão do pré-esforço e corte (fissuras, reentrada das armaduras...) e como proceder em caso de não conformidades.	- Estabelece procedimentos, registos e respetivos responsáveis pelo ensaio de resistência à compressão de um dos provetes de betão para verificar a resistência antes da ordem de corte.
	12		- Estabelece procedimentos e respetivos responsáveis pela verificação de fissuras, falta de betão, superfície defeituosa, armadura aparente e reentrada das armaduras.
	13	(Departamento de produção) - Dita procedimentos quanto aos registos a preencher (data de remoção para armazém, entrada em armazém, marcação CE...), aos aspetos a ter em conta durante o armazenamento (fissuras, reentrada das armaduras, danos durante armazenamento) e como proceder em caso de não conformidades.	- Estabelece procedimentos, registos e respetivos responsáveis pela verificação das dimensões do produto, marcação CE e ensaios de conformidade do betão aos 28 dias.

Fonte: Elaboração Própria

Quadro 4.3: Atuação do SGQ, nas fases 2 e 3 do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados

Fases do Ciclo de Vida	De acordo com os Respetivos Departamentos	De acordo com o Departamento da Qualidade
2	<p>(Marketing, Vendas e Serviço pós-venda)</p> <p>- Dita procedimentos quanto a registos a preencher e controlo de documentos necessários à carga e transporte dos produtos e quando aplicável à descarga.</p>	<p>- Estabelece procedimentos quanto aos registos a efetuar (encomenda, carga, quantidades, tipo de produto, número da produção, guia de remessa...) e aos aspetos a ter em conta aquando a carga (conformidade do produto carregado, estabilidade da carga, correta amarração...).</p> <p>- nos casos em que a montagem é contratada à empresa, o SGQ estabelece procedimentos a ter em conta na descarga dos produtos em obra (regras de segurança, registo da data/hora, conformidade da descarga...)</p>
3	<p>(Administração)</p> <p>- A administração define a equipa de montagem, cabendo ao SGQ, ditar procedimentos a ter em conta durante a montagem em obra, incluindo registos a efetuar.</p>	<p>- Em caso de contratação da empresa para montagem da laje, o SGQ estabelece procedimentos a ter em conta no que respeita aos registos a efetuar (funcionários que executaram, data de início e fim da montagem, verificação de regras de segurança...) e aos aspetos a ter em atenção durante a montagem (esquema de distribuição das lajes, regras de segurança para montagem, existência de danos durante o transporte/descarga...).</p>

Fonte: Elaboração Própria

## 4.2. Resultados obtidos através dos especialistas em tecnologia

### *Blockchain.*

O questionário enviado a especialistas em *Blockchain* teve por objetivo obter respostas que pudessem ajudar a perceber se as funcionalidades da tecnologia *Blockchain* poderiam, segundo estes, ser aplicadas às especificidades dos produtos pré-esforçados em betão e do SGQ, assim como se da evolução constante desta ainda recente tecnologia, surgiram novas funcionalidades que possam ser aplicadas ao caso em estudo.

Dos questionários enviados aos especialistas em tecnologia *Blockchain*, obtiveram-se quatro respostas que, após analisadas e resumidas, são apresentadas juntamente com as respectivas questões para que mais facilmente se possam perceber os resultados obtidos.

Questão 1 - Tendo em consideração que as matérias-primas devem obedecer a requisitos técnicos específicos, como pode a *Blockchain* contribuir para melhorar o processo de seleção de fornecedores e de matérias-primas, sendo aplicado à monitorização, acompanhamento e disponibilidade de registos, documentos e informações estabelecidas pelo SGQ, referentes à aquisição de matérias-primas, ao longo do ciclo de vida dos produtos?

Resposta - A tecnologia *Blockchain* permite criar uma base de dados distribuída, eficiente e inteligente de fornecedores e matérias-primas que possibilita a automatização e rastreamento do processo de seleção e acompanhamento deste em toda a cadeia, garantindo a redução de não conformidades e mantendo a informação segura e disponível durante todo o ciclo de vida dos produtos.

Questão 2 - A utilização da matéria-prima “Aço”, depende da informação registada pelo departamento de compras, aquando da sua aquisição e verificação física e documental, de acordo com os normativos legais. Pode a *Blockchain* contribuir, e como o poderá fazer, para garantir a conformidade da matéria-prima utilizada?

Resposta - O registo na *Blockchain* da informação obtida na receção da matéria-prima e do nível de conformidade exigido permite garantir rastreamento e transparência no processo de verificação e auditoria dos dados, tornando possível a opção pelo fornecedor e pela matéria-prima que garantam melhores níveis de conformidade e possibilitando a verificação e identificação de inconsistências ao longo do processo.

Questão 3 - O Betão utilizado na produção, para além dos requisitos específicos dos seus componentes (ex.: cimento), deve obedecer a critérios rigorosos pré-estabelecidos e controlados através de ensaios, cujos dados devem manter-se disponíveis ao longo do ciclo de vida do produto. Como pode a *Blockchain* contribuir para garantir a disponibilidade e integridade desses dados?

Resposta - Uma vez efetuados os registos na *Blockchain*, estes manter-se-ão inalterados devido à imutabilidade que caracteriza a *Blockchain*. Além disto, tendo em conta o armazenamento distribuído, os registos permanecem em vários servidores tornando difícil a corrupção ou perda de dados, garantindo assim a disponibilidade de integridade destes ao longo do ciclo de vida do produto.

Questão 4 - Todo o processo de moldagem, cura, transmissão de pré-esforço, corte e armazenamento é monitorizado e toda a informação registada, inclusive através de equipamentos eletrónicos (ex.: controlo de temperatura e humidade ambiente, medidas de produto). Pode a *Blockchain* contribuir para registar e monitorizar este processo? De que forma?

Resposta - Com a *Blockchain* é possível registar em tempo real os dados e monitorizar todo o processo. Isto, associado à base de dados distribuída da *Blockchain*, garante a disponibilidade e confiabilidade dos registos corretos ao longo do processo.

Questão 5 - A produção e venda destes produtos tem normalmente início num projeto de engenharia que utiliza as fichas técnicas/homologações do fabricante como base de cálculo dos projetos e definição do tipo de produto a utilizar em obra. Como pode a *Blockchain* facilitar o processo de verificação da conformidade das especificidades do produto, utilizado em obra, com os requisitos definidos pelo projetista?

Resposta - A quantidade de registos gerados nesta situação torna praticamente impossível a realização rápida dos cálculos necessários num único servidor centralizado. Desta forma, a *Blockchain* permite a realização rápida e correta de cálculos, possibilitando a verificação da sua conformidade com os requisitos legais e do projetista.

Podem ainda ser utilizados os chamados *Smart Contracts* (contratos inteligentes) para garantir os requisitos definidos e a conformidade das especificações do produto, sendo necessário criar políticas de atualização desses *Smart Contracts* de modo a manter todos os requisitos atualizados.

Questão 6 - O SGQ deve garantir que os líderes decidem com base em factos. De que forma pode o *Blockchain* apoiar o SGQ a proporcionar aos líderes dados e informações, que lhes possam dar garantia de melhores decisões?

Resposta - As decisões são afetadas por influências externas que são reduzidas com a utilização da *Blockchain*. A existência de dados reais e confiáveis, que não foram alterados, acerca do processo de gestão da qualidade, torna mais fácil a análise da informação disponível, favorecendo a maior assertividade das decisões.

A utilização da *Blockchain* permite ainda, realizar estratégias de decisão distribuída, efetuar iterações repetidamente sobre a decisão, verificar o *feedback* e entradas corretivas da decisão e quantificar os seus atributos intrínsecos (ex: pós e contras).

Questão 7 - Ao longo do ciclo de vida e processo produtivo, o SGQ, identifica não conformidades que devem ser tratadas e todos os registos inerentes mantidos. Pode a *Blockchain* apoiar o SGQ no tratamento destas não conformidades, garantindo ao cliente que o produto adquirido é conforme?

Resposta - Uma rede *Blockchain*, dinâmica e inteligente, permite, com base nos dados imutáveis que esta garante, identificar facilmente uma não conformidade e encontrar uma relação entre esta e a melhor solução a implementar, apoiando assim o SGQ no tratamento da não conformidade e garantindo ao cliente um produto conforme. Um exemplo concreto é o caso em que a temperatura de cura do betão ultrapasse os limites desejados que possa comprometer o produto final, a rede poderá de forma automática dar indicações de procedimentos a tomar para ultrapassar a não conformidade, ou mesmo rejeitar o produto, assegurando que o produto final é o que reúne todos os requisitos exigidos.

Questão 8 - Aos produtos pré-esforçados são efetuadas auditorias de qualidade, assim como ao próprio SGQ. Nestas auditorias é avaliado se os procedimentos estabelecidos pelo SGQ no que respeita a registos, documentos, conformidade ou não conformidade e tratamento/ações dadas às não conformidades. É ainda avaliado o próprio SGQ, de modo a garantir que este cumpre todos os requisitos regulamentares e legais. Como pode ser

aplicada a *Blockchain* ao SGQ destes produtos, de modo que estas auditorias se tornem mais eficazes e eficientes?

Resposta - A rede *Blockchain* permite registos fiáveis e imutáveis, logo, os auditores sabem que toda a informação existente é confiável. Para assegurar que os requisitos legais se mantêm atualizados, podem utilizar-se *Smart Contracts* atualizáveis. Com isto, as auditorias podem ser eficazes e eficientes, pois, os auditores, utilizando a *Blockchain*, podem facilmente validar a conformidade ou não dos produtos e se todos os procedimentos estabelecidos são cumpridos. Pode ainda utilizar-se a *Blockchain* através de um servidor dedicado a auditorias, de acesso limitado a auditores, para preparar previamente as auditorias, focando os pontos cruciais e relevantes a analisar ao nível do SGQ e podendo mesmo dar aos auditores a possibilidade de intervenção automatizada, ao longo do processo produtivo, validando ou não a conformidade do produto.

Questão 9 - A criação de uma *Blockchain* Federada, em que cada departamento detenha sob seu poder um nó (como se cada departamento agisse como uma organização autónoma), e em que a maioria da rede validasse o bloco, seria uma solução adequada para o caso em estudo? Se não, qual a melhor opção?

Resposta - Uma *Blockchain* Federada é uma boa solução para o caso em estudo. Esta garantiria uma maior disponibilidade, confiabilidade e segurança aos dados armazenados, garantindo que qualquer problema ocorrido num dos nós, não afetaria os dados, já que estes seriam automaticamente recuperados. Além disso, todos os departamentos poderiam usufruir de uma quantidade enorme de dados, produzidos e disponibilizados por toda a rede e colocados à disposição, de acordo com as permissões previamente atribuídas, para que cada um os possa utilizar conforme as necessidades de forma rápida e simples. A utilização de nós fora da empresa poderia reforçar ainda mais a segurança e confiabilidade dos dados, em caso por exemplo, de alguma anomalia que afetasse toda a empresa.

Questão 10 - Dada a especificidade dos produtos pré-esforçados e das suas matérias-primas, a partilha de informações entre organização, fornecedores e projetistas, pode ser uma mais-valia. Pode esta rede federada “interna”, alargar-se a fornecedores e projetistas,

mantendo a autonomia de cada uma das partes e garantindo a confidencialidade, segurança, integridade e qualidade dos dados e da informação? Como?

Resposta - Quanto mais alargada a rede, maior o grau de redundância, segurança e confiabilidade.

Desde que seja a empresa principal a definir as políticas de acesso à rede e aos dados, a *Blockchain*, pode garantir que cada nó, externo ou interno, tem acesso à introdução/edição/consulta dos dados de acordo com as políticas de acesso implementadas, beneficiando, tanto a organização, como projetistas e fornecedores confiáveis, da informação disponibilizada na rede, tornando mais fáceis, rápidos, eficazes e eficientes os processos.

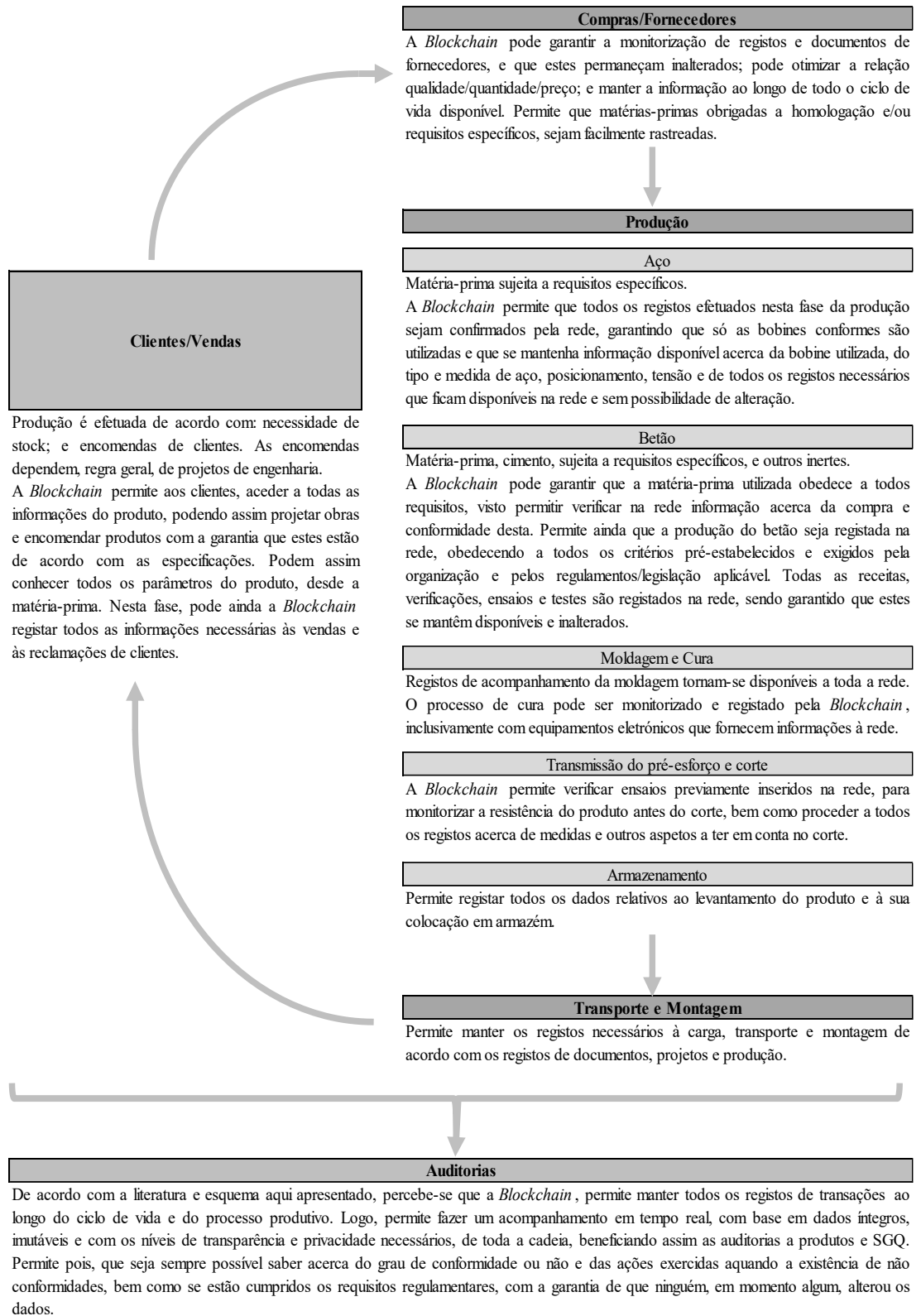
## **5. Discussão dos Resultados**

Elaborada a análise e apresentação dos dados recolhidos, a sua discussão, relacionando-os com a literatura apresentada, é fundamental para que se torne clara a sua interpretação e se possa desta forma preparar a extração das necessárias conclusões.

### **5.1. Relação entre os dados obtidos na empresa e a literatura disponível**

Utilizando os dados obtidos através dos questionários enviados à empresa, e analisados nos pontos anteriores, é possível criar uma relação entre estes e a literatura existente, com o objetivo de procurar possibilidades de aplicação da tecnologia *Blockchain* ao SGQ da empresa em estudo no que respeita aos produtos pré-esforçados em betão. Tendo sido, para esse efeito, elaborado o esquema apresentado na figura 5.1.

Figura 5.1: Aplicação da Blockchain ao caso em estudo

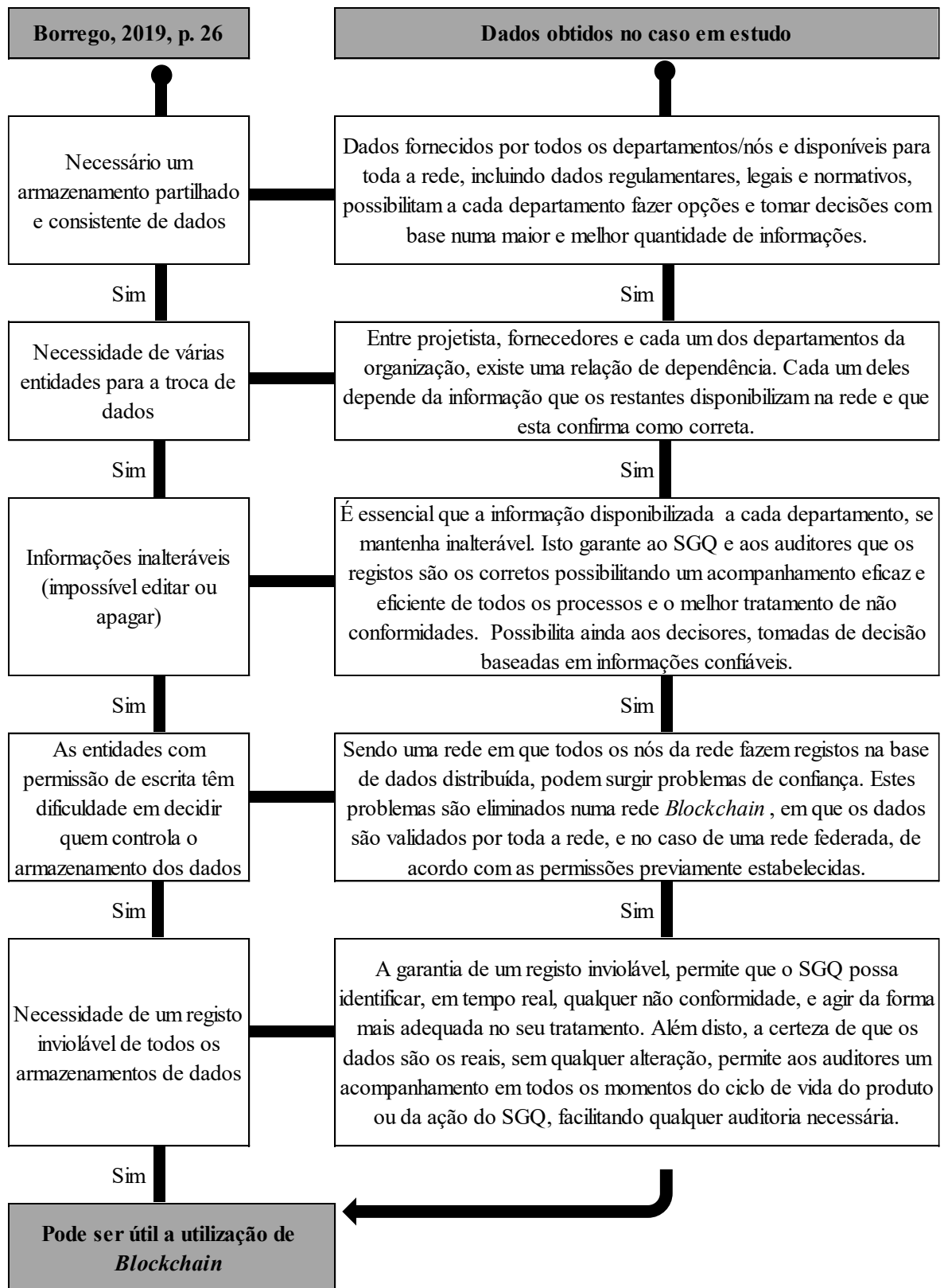


Fonte: Elaboração Própria

## **5.2. Relação entre os dados obtidos através de especialistas em tecnologia *Blockchain* e a literatura disponível**

A análise dos dados recolhidos através dos questionários enviados a especialistas em tecnologia *Blockchain* e da literatura disponível, permitiu proceder a uma verificação acerca da necessidade de utilização da tecnologia *Blockchain* e da sua possível aplicabilidade ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão. Para uma melhor visualização e compreensão destes dados, e assim facilitar a sua interpretação, foi elaborado o esquema da figura 5.2, baseado no fluxograma do Departamento de Segurança Interna dos Estados Unidos, apresentado neste trabalho na figura 2.10 do capítulo 2, e que, aqui, assenta na solução de uma rede federada como sendo uma boa solução para o caso em estudo.

Figura 5.2: Verificação da aplicabilidade da tecnologia *Blockchain* ao caso em estudo



Fonte: Elaboração Própria

Pela análise da figura 5.2 e das respostas obtidas através dos questionários enviados a especialistas em tecnologia *Blockchain*, verificou-se que a utilização da tecnologia *Blockchain* pode ser útil ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão. Isto tendo em conta que:

- Nas respostas às questões 1, 2, 3, 4, 5 e 7, são abordadas a disponibilidade na rede distribuída/partilhada de todos os registos, de forma consistente ao longo de todos os processos, sendo esta situação considerada por Borrego (2019, p. 26) (figura 5.2), uma necessidade que torna útil o uso da tecnologia *Blockchain*;
- Nas respostas às questões 5, 8, 9 e 10, os especialistas abordam também a importância da *Blockchain* no que respeita à necessidade da troca de dados entre os vários departamentos da organização e da relação de dependência entre estes, também critério para uma utilização da *Blockchain*;
- Quanto à necessidade da utilização de informações inalteráveis e de registos invioláveis, verificamos, nas respostas às questões 3, 4, 7 e 8, a forma como a *Blockchain* pode, através destas características, proporcionar a cada departamento, aos decisores, ao SGQ e aos auditores, informações em todos os momentos do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados em betão e do seu processo produtivo, baseadas em dados corretos, inalteráveis e invioláveis;
- No que respeita ao controlo de armazenamento de dados, e às questões de confiança, na *Blockchain* é a própria rede que valida e controla todos os registos, disponibilizando ferramentas e fornecendo garantias de segurança e confiança nos dados disponíveis na rede, eliminando quaisquer influências na manipulação dos dados, ou mesmo nas decisões a tomar, como é referido por exemplo nas respostas dadas às questões 6, 7 e 8 pelos especialistas em tecnologia *Blockchain*.

Desta forma, a utilização de uma rede *Blockchain*, pode ser útil ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão.

## 6. Conclusão

A presente investigação propôs-se, através de uma pesquisa exploratória, estudar a aplicabilidade da tecnologia *Blockchain* no Sistema de Gestão da Qualidade dos produtos pré-esforçados em Betão, tendo para isso sido definidos a questão de partida e objetivos que guiaram toda a investigação e aos quais, esta se propôs responder.

Foi assim possível, por meio desta investigação e recorrendo à literatura disponível, ao estudo de caso, através dos questionários aplicados à empresa Pavinorte, e ao recurso a especialistas em tecnologia *Blockchain*, concluir que a tecnologia *Blockchain* pode ser aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão, sendo que, e confirmado pelos especialistas em tecnologia *Blockchain*, a utilização de uma rede *Blockchain* Federada, em que cada departamento funcione como um nó da rede, e com a possibilidade de alargamento a fornecedores e projetistas é uma boa solução para integração da tecnologia *Blockchain* no Sistema de Gestão da Qualidade dos produtos pré-esforçados em betão.

A existência de uma base de dados distribuída, na qual todos os registos, que de acordo com as respostas obtidas na empresa em estudo, são necessários à atuação do SGQ dos produtos pré-esforçados em betão, são efetuados e validados por todos os nós da rede de forma autónoma e colocados à disposição de todos os departamentos, incluindo dos auditores que em tempo real têm à sua disposição toda a informação essencial à realização das auditorias necessárias, sejam estas efetuadas pelo SGQ, ou ao próprio SGQ, de acordo com as permissões previamente concedidas. Isto, associado à utilização dos *Smart Contracts* atualizáveis, que permitem que todos os requisitos, sejam do SGQ ou inerentes aos produtos pré-esforçados, incluindo os regulamentares, normativos e legais, possam ser obrigatoriamente cumpridos de forma automática e às características da *Blockchain* que foram identificadas na literatura e confirmadas pelos especialistas, permitem que esta tecnologia seja aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão, tornando-o mais eficaz e eficiente na sua atuação ao longo de todo o ciclo de vida destes produtos.

## **6.1. Limitações da pesquisa**

A presente pesquisa, foi elaborada durante um período em que o país, e o mundo, se encontrava a lutar contra a pandemia Covid19, situação que veio limitar as deslocções e desta forma as comunicações feitas presencialmente. Assim, também a deslocção do investigador se encontrou limitada, não podendo este contactar pessoalmente com a empresa, ou com os especialistas em tecnologia *Blockchain*, algo que a ser possível, permitiria que fosse possível, através de uma entrevista, uma maior interação entre o investigador e o entrevistado, que poderia conduzir para outros aspetos pertinentes e/ou para o esclarecimento, com uma explicação mais completa, de alguns aspetos relevantes.

Ora, esta situação contribuiu para limitar a comunicação com empresas ligadas à produção de produtos pré-esforçados em betão, sendo que apenas a Pavinorte, entre as empresas contactadas, respondeu ao pedido de colaboração, pedido que aceitou de imediato e sem qualquer reserva. Na mesma senda, esta limitação alarga-se aos especialistas em tecnologia *Blockchain*, que mesmo após inúmeros contactos, apenas foi possível obter quatro respostas. Além desta dificuldade, um contacto presencial, com a empresa e com os especialistas em tecnologia *Blockchain*, teria permitido a obtenção de esclarecimentos acerca das respostas obtidas, após análise destas, que visassem clarificar aspetos passíveis de gerar alguma dúvida.

Sendo certo ainda que, neste caso, acresce o facto de estarmos perante uma tecnologia muito recente, e para a qual nem sempre é fácil encontrar tanto, indivíduos ou organizações habilitadas a fornecer as melhores respostas, como literatura que aborde temas relacionados com aquele que esta pesquisa se propôs a abordar.

No entanto, foi possível levar a cabo esta pesquisa e obter resultados que permitem responder claramente aos objetivos a que esta se propôs.

## **6.2. Sugestões para futuras pesquisas**

Esta pesquisa, através dos resultados obtidos, abre caminho a novas possibilidades de estudo que no futuro poderiam ser levados a cabo. Entre estes possíveis estudos, sugerem-

se dois: um que englobe uma empresa, fornecedores e projetistas, e tenha como objetivos obter a percepção destes em relação à tecnologia *Blockchain* e ao grau de resistência, ou aceitabilidade, dos mesmos quanto à integração desta tecnologia nos seus processos; e um segundo que acompanhe uma experiência piloto de aplicação da tecnologia *Blockchain* ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão, com vista a obter resultados acerca do incremento de maior eficácia e eficiência no SGQ e a todos os processos que lhe são inerentes, e que permita introduzir esta tecnologia num setor carente de inovação tecnológica.

## Referências Bibliográficas:

- Akram, W. (november-december de 2017). Blockchain Technology:Challanges and Future Prospects. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, pp. 642-644. doi:<http://dx.doi.org/10.26483/ijarcs.v8i9.4950>
- Borrego, T. A. (2019). *Tecnologia Blockchain - Potencial de Aplicação no Âmbito dos Processos de Negócio das Cadeias de Abastecimento*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto.
- Crosby, P. B. (1980). *Quality Is Free: The Art Of Making Quality Certain*. Obtido de <http://archive.wtpl.org/wphistory/PhilipCrosby/QualityIsFreeIfYouUnderstandIt.pdf>
- Crosby, P. B. (1990). *Qualidade, Falando Sério*. São Paulo: McGraw-Hill.
- Debesaitis, L. F. (2020). *Blockchain na Educação: Um Avanço Tecnológico Em Uma Era Moderna*. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Polo UAB de Três Passos, Três Passos.  
[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/24228/Debesaitis\\_LucasFelipe.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/24228/Debesaitis_LucasFelipe.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Donohue, B. (2021). *Kaspersky.com.br*. Obtido em 15 de dezembro de 2021, de [Kaspersky.com.br: https://www.kaspersky.com.br/blog/hash-o-que-sao-e-como-funcionam/2773/](https://www.kaspersky.com.br/blog/hash-o-que-sao-e-como-funcionam/2773/)
- Duarte, R. D. (05 de janeiro de 2018). Blockchain na Contabilidade: a tecnologia que vai revolucionar (novamente) os escritórios de contabilidade. Obtido de <http://contadores.cnt.br/noticias/artigos/blockchain-na-contabilidadeatecnologia-que-vai-revolucionar-novamente-os-escritorios-de-contabilidade.html>
- Eisenhardt, K. (1989). Building Theories From Case Study Research. *The Academy of Management Review*, v. 14, n. 4, pp. 532-550.
- Garvin, D. (2002). *Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva* (1ª ed.). Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Garvin, D. A. (1992). *Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.
- Godoy, A. (maio/junho de 1995). Pesquisa Qualitativa: Tipos Fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, vol. 35, nº 3, pp. 20-29.

- Halinen, A., & Tornroos, J. A. (setembro de 2005). Using case methods in the study of contemporary business networks. *Journal of Business Research*, 58(9), pp. 1285-1297.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Control Handbook* (5ª ed.). McGrawHill. doi:<https://doi.org/10.1108/09684879310045286>
- Lamounier, L. (2019). *Blockchain Empresarial: Um Guia Completo para Você*. Itajubá, Brasil. Obtido em 20 de dezembro de 2019, de <https://101blockchains.com/pt/tecnologia-blockchain-empresarial/>
- Marconi, M. d., & Lakatos, E. M. (2010). *Fundamentos de Metodologia Científica* (7ª ed.). Editora Atlas.
- Martins, R. A., & Neto, P. O. (1998). Indicadores de Desempenho para a Gestão pela Qualidade Total: Uma Proposta de Sistematização. *Revista Gestão e Produção*, vol. 5, nº 3, p. 298-311.
- Miranda, D. S. (2019). *Blockchain na Educação: uso da tecnologia como prova de existência de diplomas e certificados*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Ciência da Computação, Criciúma.
- mobmagazine.pt. (2019). *Porto de Leixões integra programa de inovação 'Bluetech Accelerator*. Obtido em 08 de novembro de 2022, de <https://www.mobmagazine.pt/rede-de-transportes/porto-de-leixoes-integra-programa-de-inovacao-bluetech-accelerator/>
- Nawari, O. N., & Ravindran, S. (may de 2019). Blockchain Tecnology and Bim Process: Review And Potential Applications. (B. Kumar, Ed.) *ITcon - Journal of Information Technoloy in Constrution*, 24, pp. 209-238. Obtido em 03 de junho de 2020, de <https://www.itcon.org/2019/12>
- NP EN 13369. (2015). Referências Bibliográficas: documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 15037-1. (2008). Referências Bibliográficas: documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN ISO 19011. (2019). Referências Bibliográficas: documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN ISO 9000 (2015b). (2015). Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos. Instituto português da Qualidade, 46. Obtido em 17 de 12 de 2021, de [elearning.uminho.pt/bbcswbdav/pid739581-dt-content-rid-](http://elearning.uminho.pt/bbcswbdav/pid739581-dt-content-rid-)

1575427\_1/courses/1718.8709Z4\_1/NP\_EN\_ISO\_90012015.pdf%0Ahttp://pessoais.dps.uminho.pt/paulosampaio/

- NP EN ISO 9000. (2015). Referências Bibliográficas: documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN ISO 9001. (2015). Referências Bibliográficas: documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN ISO 9004. (2011). Referências Bibliográficas: documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- Oliveira, E. M., Portugal, B. B., & Prado, A. C. (18 e 19 de Junho de 2021). O uso do Blockchain nas atividades portuárias na revolução industrial 4.0. *Fatec Mogi das Cruzes*.
- Oliveira, P. A. (2012). *Pré-Esforço em Lajes de Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Setúbal.
- Pavinorte, s.a. (2020). *Manual da Organização*. Penafiel.
- Pedron, C. D. (2008). *O Método de Investigação - Estudo de Caso*. Mestrado em Gestão de Sistemas de Informação, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão.
- Pires, A. R. (2012). *Sistemas de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Edições Sílabo.
- pplware.sapo.pt. (2020). *Sabia que estão a usar blockchain para garantir a qualidade do azeite?* Obtido em 02 de julho de 2020, de pplware.sapo.pt: <https://pplware.sopa.pt/ligh-tech/sabia-que-estao-a-usar-blockchain-para-garantir-a-qualidade-do-azeite>
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (2ª ed.). Lisboa: Grávida.
- Rocha, E., & Migliorini, I. B. (2019). Estudo de Viabilidade Sobre a Utilização do Blockchain na Contabilidade. *Cafi*.
- Rodrigues, C. K. (jul/dez de 2017). Uma análise simples de eficiência e segurança da Tecnologia Blockchain. *Revista de Sistemas de Computação*, vol. 7, nº 2, pp. 147-162. Obtido de <http://www.revistas.unifacs.br.php/rsc>
- RTP - Rádio Televisão Portuguesa. (2020). Investigadores recebem 2,5 ME para melhorar e aplicar tecnologia usada nas "bitcoins". Lisboa, Portugal. Obtido em 02 de

novembro de 2020, de [https://www.rtp.pt/noticias/economia/investigadores-recebem-25-me-para-melhorar-e-aplicar-tecnologia-usada-nas-bitcoins\\_n1217539](https://www.rtp.pt/noticias/economia/investigadores-recebem-25-me-para-melhorar-e-aplicar-tecnologia-usada-nas-bitcoins_n1217539)

- Salazar, C. S. (2019). *Contributos para a implementação do Sistema de Gestão da Qualidade segundo a NP EN ISO 9001:2015 no processo de novas ferramentas e no processo de conformação de arame*. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- Silva, D. H., Vianna, E. O., & Pedroso, G. M. (2019). Integração Entre as Tecnologias BIM e Blockchain para o Controle do Registro Autorial na Área da Construção Civil. *2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção*. Porto Alegre: ANTAC. Obtido de <https://www.antaceventos.net.br/index.php/sbtic2019/paper/view/216>
- SurveyMonkey. (2021). *Perguntas abertas x Perguntas fechadas / SurveyMonkey*. Obtido em 25 de fevereiro de 2021, de [pt.surveymonkey.com](https://pt.surveymonkey.com): <https://pt.surveymonkey.com/mp/comparing-closed>
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. Sebastopol: O'Reilly.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution. Como a tecnologia por trás do Bitcoin está mudando o dinheiro, os negócios e o mundo*. São Paulo, Brasil: Senai.
- Teixeira, L. D. (22 de agosto de 2018). *Blockchain: Dos Conceitos às Possíveis Aplicações*. Obtido em 20 de dezembro de 2019, de <https://www.researchgate.net/publication/327161498>
- TI INSIDE Online. (08 de 01 de 2020). *App usa Blockchain para rastrear qualidade e origem do café*. Obtido em 02 de julho de 2020, de [tiinside.com.br](https://tiinside.com.br): <https://tiinside.com.br/08/01/2020/app-usa-blockchain-para-rastrear-qualidade-do-cafe>
- Verissimo, G. S. (1998). *Fundamentos de Concreto Protendido*.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (October 2018). *Blockchain technology overview. Technical Report NIST IR 8202*. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. doi:10.6028/NIST.IR.8202
- Yin, R. (1993). *Applications of case study research*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing.

## **Anexos**

**Anexo I – Questionário dirigido ao responsável pelo Departamento da  
Qualidade da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a.**

**Questionário dirigido ao responsável pelo Departamento da Qualidade  
da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica, cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

Como é do conhecimento da Pavinorte, s.a., já foi garantido por escrito pela Universidade Aberta, o anonimato dos respondentes a este questionário e que os dados recolhidos serão utilizados apenas para efeitos académicos.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

**Questões:**

*1 - Identifique cada uma das etapas do processo produtivo dos produtos pré-esforçados em betão, desde a necessidade de aquisição de matérias-primas à disponibilização dos produtos para venda.*

*2 - Identifique as fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados.*

*3 - Identifique as normas utilizadas pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da empresa em todos os processos inerentes aos produtos pré-esforçados, no que respeita ao seu processo produtivo e ciclo de vida.*

*4 - Descreva como o SGQ intervém em cada uma das fases do processo produtivo dos produtos pré-esforçados em betão.*

5 - *Descreva de que forma o SGQ intervém em cada uma das fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados.*

6 - *Indique como atua o SGQ nos serviços pós-venda dos produtos pré-esforçados.*

7 - *Indique como são efetuadas as auditorias de qualidade aos produtos pré-esforçados em betão.*

8 - *Indique como são efetuadas as auditorias ao sistema de Gestão da Qualidade.*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**Anexo II – Resposta a Questionário dirigido ao responsável pelo  
Departamento da Qualidade da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa,  
s.a.**

## **Questionário dirigido ao responsável pelo Departamento da Qualidade da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica, cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *Blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

Como é do conhecimento da Pavinorte, s.a., já foi garantido por escrito pela Universidade Aberta, o anonimato dos respondentes a este questionário e que os dados recolhidos serão utilizados apenas para efeitos académicos.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

### **Questões:**

*1 - Identifique cada uma das etapas do processo produtivo dos produtos pré-esforçados em betão, desde a necessidade de aquisição de matérias-primas à disponibilização dos produtos para venda.*

*R:*

- 1. Aquisição de matérias-primas conforme necessidades para a produção planeada e reposição de stocks*
- 2. Limpeza e secagem da pista*
- 3. Aplicação do descofrante na pista*
- 4. Colocação do aço na pista consoante o produto a produzir*
- 5. Tencionar o aço*
- 6. Colocação da máquina de moldar na pista consoante o produto a produzir*
- 7. Colocação do aço no guia fios da máquina de moldar*

8. *Produção o betão consoante o produto a produzir*
9. *Moldagem do produto*
10. *Cura do betão*
11. *Transmissão do pré-esforço*
12. *Corte do produto com as medidas necessárias para as encomendas/stock*
13. *Levantamento e armazenamento do produto para o armazém de produto acabado*

2 - *Identifique as fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados.*

R: *Fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados:*

1 – *Fabrico:*

- *Receção, armazenamento e preparação dos materiais*
- *Pré-esforço do aço*
- *Produção de betão*
- *Betonagem e vibração*
- *Cura*
- *Transmissão do pré-esforço*
- *Corte*
- *Armazenamento final das peças*

2 – *Transporte:*

- *Carga*
- *Transporte*
- *Descarga*

3- *Montagem:*

- *Estabilização de equipamentos*
- *Colocação dos acessórios de elevação de cargas*
- *Posicionamento dos produtos pré-esforçados*
- *Escoramento provisório*

4 – *Demolição*

- *Mobilização de equipamentos*
- *Transporte dos resíduos*

5 - *Tratamento de resíduos:*

- *Utilização dos resíduos*
- *Deposição final*

*3 - Identifique as normas utilizadas pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da empresa em todos os processos inerentes aos produtos pré-esforçados, no que respeita ao seu processo produtivo e ciclo de vida.*

*R: Normas:*

- NP EN ISO 9000:2015*
- NP EN ISO 9001:2015*
- NP EN ISO 9004:2011*
- ISO 10005:2018*
- ISO 10002:2018*
- NP 4433:2005*
- NP EN ISO 19011:2018*
- NP EN 206-1:2007*
- NP EN 12390-1:2012*
- NP EN 12390-2:2019*
- NP EN 12390-3:2019*
- NP EN 12390-4:2003*
- NP EN 12390-7:2019*
- NP EN 934-2:2009+A1:2012*
- NP EN 934-1:2008*
- EN 934-6:2019*
- EN 1168:2005+A3:2011*
- EN 13747:2005+A2:2010*
- NP EN 15037-1:2008*
- NP EN 15037-2:2009+A1:2011*
- NP EN 1992-1-1:2010/A1:2019*
- NP EN 1992-1-2:2010/A1:2019*
- NP EN 13369:2015*

*4 - Descreva como o SGQ intervém em cada uma das fases do processo produtivo dos produtos pré-esforçados em betão.*

*R:*

*1 - Aquisição de matérias-primas – O SGQ estabelece os procedimentos e respetivos responsáveis da monitorização das guias de remessa, matéria-prima, ficha técnica, declaração de desempenho e relatórios de ensaio do fornecedor de forma a garantir que as matérias-primas recebidas estão em conformidade com o pedido.*

*4 - Colocação do aço na pista consoante o produto a produzir – O SGQ estabelece os procedimentos, registos e respetivos responsáveis da monitorização da conformidade do tipo, quantidade, forma, dimensões e os posicionamentos requeridos.*

*5 - Tencionar o aço – O SGQ estabelece os procedimentos, registos e respetivos responsáveis pela gestão de equipamentos de medição e monitorização que garanta a calibração das máquinas de tencionar.*

*6 - Colocação da máquina de moldar na pista – O SGQ estabelece os procedimentos e respetivos responsáveis pela execução das manutenções preventivas e seu registo garantindo o bom funcionamento das máquinas de produção e do bom estado do molde.*

*8 - Produção o betão consoante o produto a produzir – O SGQ estabelece os procedimentos, registos e respetivos responsáveis pela gestão de equipamentos de medição e monitorização que garanta a calibração das balanças. Procedimentos e respetivos responsáveis pela verificação do correto aspeto, homogeneidade e consistência da mistura. Procedimentos, registos e respetivos responsáveis pela execução de provetes de betão a partir de amostras do betão produzido para ensaio de conformidade aos 28 dias.*

*9 - Produção do produto – O SGQ estabelece os procedimentos e respetivos responsáveis pela verificação do aspeto das superfícies e dimensões do produto.*

*10 - Cura do betão - O SGQ estabelece os procedimentos e respetivos responsáveis pela verificação da temperatura ambiente e necessidade de rega do produto em cura.*

*11 – Transmissão do pré-esforço – O SGQ estabelece os procedimentos, registos e respetivos responsáveis pelo ensaio de resistência à compressão de um dos provetes de betão para verificar a sua resistência antes de dar a ordem de corte.*

*12 - Corte do produto com as medidas necessárias para as encomendas/stock - O SGQ estabelece os procedimentos e respetivos responsáveis pela verificação da existência de: fissuras, falta de betão, superfície defeituosa, armadura aparente e reentrada das armaduras.*

*13 - Levantamento e armazenamento do produto no armazém de produto acabado – O SGQ estabelece os procedimentos, registos e respetivos responsáveis pela verificação das dimensões do produto, marcação CE nos produtos e ensaios de conformidade do betão aos 28 dias.*

*5 - Descreva de que forma o SGQ intervém em cada uma das fases do ciclo de vida dos produtos pré-esforçados.*

*R:*

*1 – Fabrico – Respondido na alínea anterior.*

*2 – Transporte – O SGQ atua nesta fase estipulando os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher (registo da encomenda/carga, quantidades, tipo de produto, número da produção, guia de remessa, etc...), e nos aspetos a ter atenção aquando da carga dos camiões (conformidade do produto carregado, estabilidade da carga, correta amarração dos produtos, etc...). No caso de a montagem ter sido contratada à nossa empresa o SGQ também estipula os procedimentos a tomar na descarga dos produtos em obra (regras de segurança, registo da data e hora, conformidade da descarga, etc...)*

*3 – Montagem – No caso de o cliente contratar a nossa empresa para executar a montagem da laje, o SGQ atua nesta fase estipulando os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher (funcionários que executaram a montagem, data e hora do início e do fim da montagem, verificação das regras de segurança implementadas, qualquer situação anormal, etc...) e nos aspetos a ter atenção durante a montagem (esquema de distribuição das lajes, regras de segurança para a montagem, existência de danos no produto durante o transporte/descarga, etc...).*

*4 – Demolição – A empresa não providencia estes serviços.*

*5 – Tratamento de resíduos – A empresa não providencia estes serviços.*

*6 - Indique como atua o SGQ nos serviços pós-venda dos produtos pré-esforçados.*

*R: A nossa empresa não oferece serviços pós-venda, sendo a única exceção o caso de haver, por partes dos nossos clientes, algum tipo de reclamação relativo aos produtos fornecidos*

*(o SGQ atua nesta questão estipulando os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher em caso de reclamação (reclamação do cliente, causa, ação tomada para resolver a causa da reclamação, etc...)).*

*7 - Indique como são efetuadas as auditorias de qualidade aos produtos pré-esforçados em betão.*

*8 - Indique como são efetuadas as auditorias ao sistema de Gestão da Qualidade.*

*R (7 e 8): A auditoria de qualidade os produtos pré-esforçados em betão e a auditoria ao SGQ são realizados em simultâneo, uma vez que a qualidade dos produtos pré-esforçados em betão esta integrada no nosso SGQ.*

*As auditorias focam-se na avaliação da eficácia do sistema de forma a este garantir o cumprimento dos requisitos regulamentares, estatutários, legais e contratuais aplicáveis às atividades da empresa (identificação, controlo e verificação da conformidade).*

*As auditorias realizadas destinam-se a verificar o grau de implementação do Sistema de Gestão da Qualidade e o grau de conformidade do sistema e do produto com os requisitos das normas de referência aplicáveis. As auditorias são realizadas por amostragem pelo que podem existir não conformidades para além das verificadas durante a auditoria.*

*Durante a auditoria, é verificado o acompanhamento e tomada de ações relativas aos objetivos estabelecidos pela empresa através da verificação dos registos das atividades da empresa pela equipa auditora. É verificado o cumprimento dos requisitos regulamentares, estatutários, legais aplicáveis às atividades da empresa bem como a análise de reclamações, não conformidades, incidentes, ações corretivas e preventivas, conformidade dos produtos produzidos e a correta utilização da marcação CE.*

*Por último a equipa auditora emite um relatório que constitui o registo da realização da auditoria relatando as principais constatações referentes ao sistema de gestão da qualidade e dos produtos auditados.*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**Anexo III – Questionário dirigido à Administração da Empresa  
Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a.**

## **Questionário dirigido à Administração da Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Agradeço que a resposta a cada questão seja dada pelo responsável de cada um dos departamentos da empresa.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

Como é do conhecimento da Pavinorte, s.a., já foi garantido por escrito pela Universidade Aberta, o anonimato dos respondentes a este questionário e que os dados recolhidos serão utilizados apenas para efeitos académicos.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

### **Questões:**

#### ***Departamento de compras:***

- *Descreva o processo de aquisição de matérias-primas e seleção de fornecedores destas, no que respeita aos produtos pré-esforçados. Descreva ainda como atua o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) neste processo.*

#### ***Departamento da produção:***

- *Descreva todo o processo de produção e armazenamento dos produtos pré-esforçados em betão, e como o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) intervém neste processo.*

#### ***Departamento de vendas e marketing:***

*- De que forma atuam os setores de marketing e vendas no que respeita aos produtos pré-esforçados e como intervém o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) nestes setores.*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**Anexo IV – Resposta a Questionário dirigido à Administração da  
Empresa Pavinorte – Jorge Silva Costa, s.a.**

**Questionário dirigido à Administração da Empresa Pavinorte – Jorge  
Silva Costa, s.a.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Agradeço que a resposta a cada questão seja dada pelo responsável de cada um dos departamentos da empresa.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

Como é do conhecimento da Pavinorte, s.a., já foi garantido por escrito pela Universidade Aberta, o anonimato dos respondentes a este questionário e que os dados recolhidos serão utilizados apenas para efeitos académicos.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

**Questões:**

***Departamento de compras:***

*- Descreva o processo de aquisição de matérias-primas e seleção de fornecedores destas, no que respeita aos produtos pré-esforçados. Descreva ainda como atua o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) neste processo.*

*R: São selecionados os fornecedores que apresentarem a melhor relação qualidade / preço/capacidade de resposta e/ou que tenham melhor relação comercial com a empresa (fator confiança).*

*Inertes - O operador da central de betão da Pavinorte solicita esses produtos diretamente ao transportador o qual vai ao fornecedor carregar as matérias-primas pedidas.*

*Aço - A secção de compras efetua o pedido ao fornecedor por via telefónica/email apos receber o pedido do responsável da secção do aço.*

*Cimento e os adjuvantes - A compra carece da emissão de uma requisição no site do fornecedor efetuada pela secção de compras após pedido do operador da central de betão.*

*O SGQ atua neste processo auxiliando a administração na escolha dos fornecedores através das avaliações anuais realizadas. Atua também, através do plano de medição e monitorização, definindo o processo de ressecção e verificação das matérias-primas encomendadas, tal como as ações a tomar em caso de não conformidade destas.*

### **Departamento da produção:**

*- Descreva todo o processo de produção e armazenamento dos produtos pré-esforçados em betão, e como o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) intervém neste processo.*

*R: Antes do início da produção é necessário proceder à limpeza das pistas a serem utilizadas, seguido da secagem das mesmas por forma a se poder aplicar o descofrante.*

*Com o descofrante aplicado na pista, passamos à fase de colocação do aço (quantidades, posicionamento e tipo variam consoante material a produzir), a sua fixação nas extremidades da pista através de culhas e cones e o tensionamento do aço. (nesta fase da produção o SGQ dita os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher (bobines utilizadas, tensão aplicada, etc...) e aos aspetos a ter em atenção durante a aplicação e tensionamento do aço (existência de ferrugem, dobras, fissuras, etc..) no aço e como proceder em caso de não conformidade).*

*De seguida é colocada a máquina de moldar no início da pista (com o molde correspondente ao material a produzir) e são posicionados os guia-fios na máquina.*

*Com a máquina de moldar pronta a trabalhar, o operador da central de betão inicia a produção do betão consoante receita estipulada para o material a produzir. O betão é então transportado para a máquina de moldar através da ponte rolante própria para o efeito, dando-se assim o início à moldagem dos produtos pré-esforçados (nesta fase da produção o SGQ dita os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher (data e hora de produção, receita de betão utilizada, etc...) e aos aspetos a ter em atenção durante a produção (homogeneidade e consistência da mistura, aspeto e dimensões do produto durante a sua produção, etc...) e como proceder em caso de não conformidade).*

*Após a moldagem tem lugar a cura do betão. Esta é uma cura natural, podendo, em casos de temperaturas mais elevadas ter de se recorrer à rega do betão em cura (nesta fase da produção o SGQ dita os procedimentos a tomar no que diz respeito aos aspetos a ter em atenção durante a cura (temperatura no interior da fábrica, aparecimento de fissuras na superfície do produto em cura, etc...) e como proceder em caso de não conformidade).*

*Tendo o produto estado em cura durante 2/3 dias (permitindo o betão atingir uma resistência à compressão mínima de 25 MPa, verificados através de ensaios a um dos provetes de betão executados aquando da moldagem) é efetuada a operação de transmissão de pré-esforço do aço para o betão. De seguida é feita a marcação das medidas de corte (medidas pedidas pelo cliente ou medidas necessárias para repor stock no caso das vigotas). Com as medidas marcadas, são executados os cortes utilizando a*

*maquia de corte (nesta face da produção o SGQ dita os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher (data e hora da transição do pré-esforço e do corte, valores dos ensaios à compressão e data e hora do ensaio, medidas dos cortes, etc...) e aos aspetos a ter em atenção durante a transição do pré-esforço e do corte (aparecimento de fissuras, reentrada das armaduras, etc...)) e como proceder em caso de não conformidade).*

*Por ultimo é efetuada a remoção dos produtos já cortados para o armassem através de pinças próprias alocadas as pontes rolantes. O operador da ponte coloca o produto removido das pista nas entradas laterais da fábrica (portões de acesso ao armazém), sendo de seguida retirados os produtos do interior da fábrica para os locais de armazenamento pelos empilhadores da zona do armazém (nesta face da produção o SGQ dita os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher (data da remoção do produto para armassem, registo de entrada em armassem, marcação CE dos produtos, etc...) e aos aspetos a ter em atenção durante o armazenamento (aparecimento de fissuras, reentrada das armaduras, danos no produto durante a remoção/armazenamento, etc...)) e como proceder em caso de não conformidade).*

#### **Departamento de vendas e marketing:**

*- De que forma atuam os setores de marketing e vendas no que respeita aos produtos pré-esforçados e como intervém o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) nestes setores.*

*R: O setor de marketing atua através da promoção dos nossos produtos nas redes sociais e através de visitas e chamadas telefónicas regulares com os nossos clientes (o SGQ não atua na secção de marketing).*

*O setor comercial apos receber um pedido de orçamento do cliente abre um novo processo de orçamentação aonde são anexados os dados do cliente e os danos da obra (localização, projetos de obra, etc...). Apos a abertura do processo são identificados os requisitos do produto e se estes são compatíveis com os nossos (caso não sejam, o departamento técnico prepara uma proposta que vá de encontro aos requisitos do cliente utilizando os nossos produtos). Tendo sido verificados os produtos e quantidades necessárias, a secção de vendas verifica a existência da quantidade de produtos para satisfazer a encomenda no prazo de entrega solicitado pelo cliente (qualquer incapacidade por parte da empresa é comunicada e são procuradas alternativas em conjunto com o cliente). Estando tudo acertado com o cliente é feito e enviado o orçamento. Caso o orçamento seja adjudicado, é criado um processo de obra (com os dados do processo de orçamentação mais retificação de medidas em obra, datas de entrega, etc...) e é emitida a ordem de expedição com o tipo e quantidades a serem preparadas para o cliente (na secção de vendas o SGQ dita os procedimentos a tomar no que diz respeito aos registos a preencher (processo de orçamentação, processo de obra, ordem de expedição, etc...)) e aos aspetos e ações a ter em atenção durante todo o processo (verificar os requisitos dos produtos pedidos, existência dos produtos em stock/tempo de produção, etc...).*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**Anexo V – Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia  
*Blockchain.***

## **Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia *Blockchain*.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica, cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

### **Nota Introdutória:**

Os produtos pré-esforçados em betão são produtos com especificações técnicas próprias. Sendo o ciclo de vida e processo produtivo, destes produtos, monitorizado pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), de forma a garantir que todos os requisitos sejam cumpridos, desde as matérias-primas principais (aço e betão), também estas obrigadas a cumprimentos de requisitos específicos, até ao produto final, colocado à disposição do cliente.

O SGQ proporciona para estes produtos, uma gestão da qualidade de todos os processos inerentes à sua produção e à sua monitorização.

Assim, este inquérito, para o qual peço a sua importante colaboração, visa, compreender a forma como a tecnologia *Blockchain* pode ser aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão tornando-o mais eficaz e eficiente.

---

## **Questões:**

*1 - Tendo em consideração que as matérias-primas devem obedecer a requisitos técnicos específicos, como pode o Blockchain contribuir para melhorar o processo de seleção de fornecedores e de matérias-primas, sendo aplicado à monitorização, acompanhamento e disponibilidade de registos, documentos e informações estabelecidas pelo SGQ, referentes à aquisição de matérias-primas, ao longo do ciclo de vida dos produtos?*

*2 – A utilização da matéria-prima “Aço”, depende da informação registada pelo departamento de compras, aquando a sua aquisição e verificação física e documental, de acordo com os normativos legais. Pode o Blockchain contribuir, e como o poderá fazer, para garantir a conformidade da matéria-prima utilizada?*

*3 – O Betão utilizado na produção, para além dos requisitos específicos dos seus componentes (ex.: cimento), deve obedecer a critérios rigorosos pré-estabelecidos e controlados através de ensaios, cujos dados devem manter-se disponíveis ao longo do ciclo de vida do produto. Como pode o Blockchain contribuir para garantir a disponibilidade e integridade desses dados?*

*4 – Todo o processo de moldagem, cura, transmissão de pré-esforço, corte e armazenamento é monitorizado e toda a informação registada, inclusive através de equipamentos eletrónicos (ex.: controlo de temperatura e humidade ambiente, medidas de produto). Pode o blockchain contribuir para registar e monitorizar este processo? De que forma?*

*5 – A produção e venda destes produtos tem normalmente início num projeto de engenharia que utiliza as fichas técnicas/homologações do fabricante como base de cálculo dos projetos e definição do tipo de produto a utilizar em obra. Como pode o blockchain facilitar o processo de verificação da conformidade das especificidades do produto, utilizado em obra, com os requisitos definidos pelo projetista?*

*6 – O SGQ deve garantir que os líderes decidem com base em factos. De que forma pode o blockchain apoiar o SGQ a proporcionar aos líderes dados e informações, que lhes possam dar garantia de melhores decisões?*

7 – Ao longo do ciclo de vida e processo produtivo, o SGQ, identifica não conformidades que devem ser tratadas e todos os registes inerentes mantidos. Pode o Blockchain apoiar o SGQ no tratamento destas não conformidades, garantindo ao cliente que o produto adquirido é conforme?

8 – Aos produtos pré-esforçados são efetuadas auditorias de qualidade, assim como ao próprio SGQ. Nestas auditorias é avaliado se os procedimentos estabelecidos pelo SGQ no que respeita a registos, documentos, conformidade ou não conformidade e tratamento/ações dadas às não conformidades. É ainda avaliado o próprio SGQ, de modo a garantir que este cumpre todos os requisitos regulamentares e legais. Como pode ser aplicado o Blockchain ao SGQ destes produtos, de modo a que estas auditorias se tornem mais eficazes e eficientes?

9 – A criação de um Blockchain Federado, em que cada departamento detenha sob seu poder um nó (como se cada departamento agisse como uma organização autónoma), e em que a maioria da rede validasse o bloco, seria uma solução adequada para o caso em estudo? Se não, qual a melhor opção?

10 – Dada a especificidade dos produtos pré-esforçados e das suas matérias-primas, a partilha de informações entre organização, fornecedores e projetistas, pode ser uma mais-valia. Pode esta rede federada “interna”, alargar-se a fornecedores e projetistas, mantendo a autonomia de cada uma das partes e garantindo a confidencialidade, segurança, integridade e qualidade dos dados e da informação? Como?

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**Anexo VI – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em  
Tecnologia *Blockchain*. (Especialista 1)**

## **Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia *Blockchain*.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica, cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

### **Nota Introdutória:**

Os produtos pré-esforçados em betão são produtos com especificações técnicas próprias. Sendo o ciclo de vida e processo produtivo, destes produtos, monitorizado pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), de forma a garantir que todos os requisitos sejam cumpridos, desde as matérias-primas principais (aço e betão), também estas obrigadas a cumprimentos de requisitos específicos, até ao produto final, colocado à disposição do cliente.

O SGQ proporciona para estes produtos, uma gestão da qualidade de todos os processos inerentes à sua produção e à sua monitorização.

Assim, este inquérito, para o qual peço a sua importante colaboração, visa, compreender a forma como a tecnologia *Blockchain* pode ser aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão tornando-o mais eficaz e eficiente.

---

## **Questões:**

*1 - Tendo em consideração que as matérias-primas devem obedecer a requisitos técnicos específicos, como pode o Blockchain contribuir para melhorar o processo de seleção de fornecedores e de matérias-primas, sendo aplicado à monitorização, acompanhamento e disponibilidade de registos, documentos e informações estabelecidas pelo SGQ, referentes à aquisição de matérias-primas, ao longo do ciclo de vida dos produtos?*

*Considerando que há entidades/pessoas confiáveis para definir quais matérias-primas e fornecedores devem fazer parte da cadeia produtiva, a utilização de blockchain pode ser útil para verificar cada etapa da cadeia produtiva. Assim, torna-se fácil e simples verificar se há alguma alteração ou até mesmo qualquer inconsistência nos dados desses produtos durante seus respectivos ciclos de vida.*

*2 – A utilização da matéria-prima “Aço”, depende da informação registada pelo departamento de compras, aquando a sua aquisição e verificação física e documental, de acordo com os normativos legais. Pode o Blockchain contribuir, e como o poderá fazer, para garantir a conformidade da matéria-prima utilizada?*

*Com o registo de toda a cadeia produtiva em uma blockchain, pode-se certificar de que toda a matéria prima foi devidamente utilizada e no período correto. Isso traz transparência no processo de verificação e auditoria desses dados. Logo, com a aplicação de blockchain, torna-se simples verificar e identificar inconsistências nos dados gerados e armazenados.*

*3 – O Betão utilizado na produção, para além dos requisitos específicos dos seus componentes (ex.: cimento), deve obedecer a critérios rigorosos pré-estabelecidos e controlados através de ensaios, cujos dados devem manter-se disponíveis ao longo do ciclo de vida do produto. Como pode o Blockchain contribuir para garantir a disponibilidade e integridade desses dados?*

*Blockchain possui como uma de suas características a imutabilidade (immutability) em que uma vez em que o dado é armazenado na blockchain será praticamente improvável ou computacionalmente impossível que ele seja alterado. Ainda, devido à uma outra característica da blockchain conhecida como descentralização, caso os dados de algum*

*departamento ou nó da rede peer-to-peer (P2P) sejam corrompidos ou comprometidos, haverá outros nós na rede com uma cópia desses dados para sincronização das informações corretas de modo que haja garantia da disponibilidade deles.*

*4 – Todo o processo de moldagem, cura, transmissão de pré-esforço, corte e armazenamento é monitorizado e toda a informação registrada, inclusive através de equipamentos eletrônicos (ex.: controle de temperatura e humidade ambiente, medidas de produto). Pode o blockchain contribuir para registrar e monitorizar este processo? De que forma?*

*Sim, caso esses dados sejam considerados importantes e caso eles sejam alterados por algum invasor do sistema de computação, a blockchain pode servir como uma camada de segurança extra pois evitaria que os dados fossem alterados sem que qualquer pessoa percebesse. Isso garante a disponibilidade desses dados bem como a confiabilidade de que os dados estão de fato corretos.*

*5 – A produção e venda destes produtos tem normalmente início num projeto de engenharia que utiliza as fichas técnicas/homologações do fabricante como base de cálculo dos projetos e definição do tipo de produto a utilizar em obra. Como pode o blockchain facilitar o processo de verificação da conformidade das especificidades do produto, utilizado em obra, com os requisitos definidos pelo projetista?*

*Quando levamos em consideração os smart-contracts (“contratos inteligentes”) que são basicamente códigos ou programas que são armazenados e executados na blockchain, esses requisitos podem fazer parte de um smart-contract implementados para garantir o cumprimento de tais requisitos. Entretanto, haverá a necessidade de talvez criar políticas que garantam que esses contratos sejam atualizáveis caso seja necessário e determinado pela maioria dos participantes da rede. Essa atualização poderia ser, por exemplo, com a implementação de um novo contrato que substitua o anterior ou através da implementação de múltiplos contratos onde, parte desses, sendo interfaces que acionam o contrato correto para a verificação desses requisitos.*

6 – O SGQ deve garantir que os líderes decidem com base em factos. De que forma pode o blockchain apoiar o SGQ a proporcionar aos líderes dados e informações, que lhes possam dar garantia de melhores decisões?

*Blockchain pode ser utilizada para garantir a confiabilidade dos respectivos dados a serem avaliados. Assim existe uma probabilidade muito alta (ou computacionalmente improvável) de que esses dados não foram indevidamente alterados durante qualquer parte da cadeia produtiva. Logo, gestores podem se assegurar de que os dados são de fato confiáveis e de fácil e simples acesso, tornando, então, suas decisões mais assertivas.*

7 – Ao longo do ciclo de vida e processo produtivo, o SGQ, identifica não conformidades que devem ser tratadas e todos os registes inerentes mantidos. Pode o Blockchain apoiar o SGQ no tratamento destas não conformidades, garantindo ao cliente que o produto adquirido é conforme?

*Sim, esta é uma das principais características de uma blockchain: imutabilidade (immutability). O SGQ, então, teria a certeza de que os dados inseridos estão corretos/conforme o esperado e por esse motivo diminuiria a carga humana de trabalho. Ainda, caso haja qualquer inconsistência nos dados armazenados na blockchain seria simples e imediata a sua identificação.*

8 – Aos produtos pré-esforçados são efetuadas auditorias de qualidade, assim como ao próprio SGQ. Nestas auditorias é avaliado se os procedimentos estabelecidos pelo SGQ no que respeita a registos, documentos, conformidade ou não conformidade e tratamento/ações dadas às não conformidades. É ainda avaliado o próprio SGQ, de modo a garantir que este cumpre todos os requisitos regulamentares e legais. Como pode ser aplicado o Blockchain ao SGQ destes produtos, de modo a que estas auditorias se tornem mais eficazes e eficientes?

*Com a aplicação da tecnologia blockchain, teríamos a garantia de que haveria confiança de que os dados armazenados de fato atendem aos requisitos definidos/esperados e, portanto, estão corretos. Ainda, traria agilidade no processo de verificação e auditoria desses dados uma vez que os dados poderiam ser obtidos relativamente mais facilmente.*

*Ainda, vale ressaltar que requisitos regulamentares e legais se alteram com o tempo. Então faz-se necessário ter isso em mente durante o processo de projeto e implantação de uma blockchain. Por exemplo, considerar uma possível atualização em um smart-contract (“contrato inteligente”).*

*9 – A criação de um Blockchain Federado, em que cada departamento detenha sob seu poder um nó (como se cada departamento agisse como uma organização autónoma), e em que a maioria da rede validasse o bloco, seria uma solução adequada para o caso em estudo? Se não, qual a melhor opção?*

*Sim, a criação de uma blockchain federada garantiria uma maior disponibilidade, confiabilidade e segurança dos dados armazenados. Imagine, por exemplo, caso algum dos nós da rede peer-to-peer (P2P) seja comprometido. Se houver somente um nó na rede e este for comprometido então toda a blockchain e os dados da empresa armazenados nessa blockchain em questão também seriam afetados. Agora, quando há mais nós na rede teríamos a garantia de redundância desses dados, tornando a recuperação desses dados quase que instantânea e automática. Ainda, creio que ter nós externos à empresa poderia garantir ainda mais o grau de segurança e confiabilidade desses dados em caso de uma catástrofe regional sofrida pela empresa (e.g., acidentes naturais, invasores não autorizados, etc.).*

*10 – Dada a especificidade dos produtos pré-esforçados e das suas matérias-primas, a partilha de informações entre organização, fornecedores e projetistas, pode ser uma mais-valia. Pode esta rede federada “interna”, alargar-se a fornecedores e projetistas, mantendo a autonomia de cada uma das partes e garantindo a confidencialidade, segurança, integridade e qualidade dos dados e da informação? Como?*

*Sim, isso traria ainda mais segurança aos dados armazenados. Quando também há nós externos na rede (por exemplo em fornecedores confiáveis), aumentaria e muito o grau de redundância, segurança e confiabilidade desses dados em caso de uma catástrofe regional sofrida pela empresa (e.g., acidentes naturais, invasores não autorizados, etc.). Logo, cada um dos parceiros da empresa teria um nó na rede peer-to-peer (P2P) para ter acesso aos*

*dados da blockchain e caso necessário a permissão para inserção de dados específicos na blockchain.*

*Cada empresa externa ou fornecedor deveria implantar um nó que comunicasse com os demais nós da rede. Esta rede pode ser, inclusive, uma rede privada e com os dados trafegados pela internet criptografados onde somente participantes autorizados teriam acesso. Vale observar que caberá à empresa principal, juntamente com uma equipe técnica, definir políticas iniciais para a implantação da blockchain em empresas externas de modo que atendam às suas expectativas.*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**De nada, desejo-lhe todo o sucesso em seus estudos e uma excelente conclusão em seu mestrado! Estarei na torcida! Estudar é sempre o caminho!**

**Anexo VII – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em  
Tecnologia *Blockchain*. (Especialista 2)**

## **Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia *Blockchain*.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica, cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

### **Nota Introdutória:**

Os produtos pré-esforçados em betão são produtos com especificações técnicas próprias. Sendo o ciclo de vida e processo produtivo, destes produtos, monitorizado pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), de forma a garantir que todos os requisitos sejam cumpridos, desde as matérias-primas principais (aço e betão), também estas obrigadas a cumprimentos de requisitos específicos, até ao produto final, colocado à disposição do cliente.

O SGQ proporciona para estes produtos, uma gestão da qualidade de todos os processos inerentes à sua produção e à sua monitorização.

Assim, este inquérito, para o qual peço a sua importante colaboração, visa, compreender a forma como a tecnologia *Blockchain* pode ser aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão tornando-o mais eficaz e eficiente.

---

## **Questões:**

*1 - Tendo em consideração que as matérias-primas devem obedecer a requisitos técnicos específicos, como pode o Blockchain contribuir para melhorar o processo de seleção de fornecedores e de matérias-primas, sendo aplicado à monitorização, acompanhamento e disponibilidade de registos, documentos e informações estabelecidas pelo SGQ, referentes à aquisição de matérias-primas, ao longo do ciclo de vida dos produtos?*

*A criação de uma base de dados poderia auxiliar o processo de escolha de fornecedores e de matérias-primas, minimizando erros e perda de informação e permitindo o acompanhamento de todo o processo, depois da fase de produção. Sendo fácil aceder a informações relativas aos possíveis fornecedores, características das matérias-primas, condições de transporte das mercadorias, serviços de localização e monitorização, todo o processo ficará facilitado e orientado para o cliente.*

*2 – A utilização da matéria-prima “Aço”, depende da informação registada pelo departamento de compras, aquando a sua aquisição e verificação física e documental, de acordo com os normativos legais. Pode o Blockchain contribuir, e como o poderá fazer, para garantir a conformidade da matéria-prima utilizada?*

*Através do Blockchain, poderá ser mais fácil aceder a informações como a origem da matéria-prima Aço, bem como as suas características e existência de certificação, de forma a garantir a conformidade da matéria-prima que se pretende utilizar.*

*3 – O Betão utilizado na produção, para além dos requisitos específicos dos seus componentes (ex.: cimento), deve obedecer a critérios rigorosos pré-estabelecidos e controlados através de ensaios, cujos dados devem manter-se disponíveis ao longo do ciclo de vida do produto. Como pode o Blockchain contribuir para garantir a disponibilidade e integridade desses dados?*

*Uma vez que o Blockchain permite que existam vários servidores com registos idênticos, torna-se mais difícil corromper e perder a informação.*

4 – Todo o processo de moldagem, cura, transmissão de pré-esforço, corte e armazenamento é monitorizado e toda a informação registada, inclusive através de equipamentos eletrónicos (ex.: controlo de temperatura e humidade ambiente, medidas de produto). Pode o blockchain contribuir para registar e monitorizar este processo? De que forma?

*Através do Blockchain, será possível registar, em tempo real, todo o processo produtivo. Assim sendo, qualquer não conformidade será rapidamente detetada e registada.*

5 – A produção e venda destes produtos tem normalmente início num projeto de engenharia que utiliza as fichas técnicas/homologações do fabricante como base de cálculo dos projetos e definição do tipo de produto a utilizar em obra. Como pode o blockchain facilitar o processo de verificação da conformidade das especificidades do produto, utilizado em obra, com os requisitos definidos pelo projetista?

*Havendo uma base de dados bastante completa com os dados de ensaio e características dos produtos, será muito mais fácil cruzar informação, realizar rapidamente cálculos e verificar a conformidade dos produtos, de acordo com os requisitos definidos pelo projetista.*

6 – O SGQ deve garantir que os líderes decidem com base em factos. De que forma pode o blockchain apoiar o SGQ a proporcionar aos líderes dados e informações, que lhes possam dar garantia de melhores decisões?

*O Blockchain permite minimizar o impacto de influências externas, que possam dificultar o processo de decisão. Existindo informações e dados reais e concretos acerca do processo de gestão da qualidade, torna-se mais fácil analisar a informação, verificar prós e contras e decidir.*

7 – Ao longo do ciclo de vida e processo produtivo, o SGQ, identifica não conformidades que devem ser tratadas e todos os registes inerentes mantidos. Pode o Blockchain apoiar o SGQ no tratamento destas não conformidades, garantindo ao cliente que o produto adquirido é conforme?

*A base de dados pode conter informação acerca da solução para eliminar as não conformidades e permitir a sua eliminação, aquando da correcta verificação da implementação da medida correctiva.*

*8 – Aos produtos pré-esforçados são efetuadas auditorias de qualidade, assim como ao próprio SGQ. Nestas auditorias é avaliado se os procedimentos estabelecidos pelo SGQ no que respeita a registos, documentos, conformidade ou não conformidade e tratamento/ações dadas às não conformidades. É ainda avaliado o próprio SGQ, de modo a garantir que este cumpre todos os requisitos regulamentares e legais. Como pode ser aplicado o Blockchain ao SGQ destes produtos, de modo a que estas auditorias se tornem mais eficazes e eficientes?*

*As auditorias poderão focar-se nos pontos mais críticos, após a análise da informação que consta no Blockchain, a respeito da empresa e dos processos de controlo de qualidade dos produtos.*

*9 – A criação de um Blockchain Federado, em que cada departamento detenha sob seu poder um nó (como se cada departamento agisse como uma organização autónoma), e em que a maioria da rede validasse o bloco, seria uma solução adequada para o caso em estudo? Se não, qual a melhor opção?*

*Creio que seria uma solução adequada, uma vez que isso daria alguma autonomia a cada departamento e, simultaneamente, minimizaria a possibilidade de haver corrupção ou dano da rede, tornando-se mais fácil identificar e solucionar os diversos problemas com que se possam deparar.*

*10 – Dada a especificidade dos produtos pré-esforçados e das suas matérias-primas, a partilha de informações entre organização, fornecedores e projetistas, pode ser uma mais-valia. Pode esta rede federada “interna”, alargar-se a fornecedores e projetistas, mantendo a autonomia de cada uma das partes e garantindo a confidencialidade, segurança, integridade e qualidade dos dados e da informação? Como?*

*A rede poderia ser alargada mas o acesso à informação e à edição da informação ser limitado, de acordo com o tipo de utilizador.*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**Anexo VIII – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em  
Tecnologia *Blockchain*. (Especialista 3)**

## **Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia *Blockchain*.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica, cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

### **Nota Introdutória:**

Os produtos pré-esforçados em betão são produtos com especificações técnicas próprias. Sendo o ciclo de vida e processo produtivo, destes produtos, monitorizado pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), de forma a garantir que todos os requisitos sejam cumpridos, desde as matérias-primas principais (aço e betão), também estas obrigadas a cumprimentos de requisitos específicos, até ao produto final, colocado à disposição do cliente.

O SGQ proporciona para estes produtos, uma gestão da qualidade de todos os processos inerentes à sua produção e à sua monitorização.

Assim, este inquérito, para o qual peço a sua importante colaboração, visa, compreender a forma como a tecnologia *Blockchain* pode ser aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão tornando-o mais eficaz e eficiente.

---

## **Questões:**

*1 - Tendo em consideração que as matérias-primas devem obedecer a requisitos técnicos específicos, como pode o Blockchain contribuir para melhorar o processo de seleção de fornecedores e de matérias-primas, sendo aplicado à monitorização, acompanhamento e disponibilidade de registos, documentos e informações estabelecidas pelo SGQ, referentes à aquisição de matérias-primas, ao longo do ciclo de vida dos produtos?*

*A tecnologia blockchain trata-se uma base de dados distribuída que tem a vantagem de manter um registo permanente das várias acções realizadas na rede, assim como bloquear o acesso externo a esses registos utilizando encriptação. Por isso, esta poderá contribuir de forma muito positiva para a criação de uma base de dados permanente de fornecedores contractados e matérias-primas compradas que permitirá cruzar escolha de matérias-primas por fornecedor, melhorando o processo de escolha. Além disso, a tecnologia blockchain garantirá que a informação é guardada de forma segura na base de dados.*

*2 – A utilização da matéria-prima “Aço”, depende da informação registada pelo departamento de compras, aquando a sua aquisição e verificação física e documental, de acordo com os normativos legais. Pode o Blockchain contribuir, e como o poderá fazer, para garantir a conformidade da matéria-prima utilizada?*

*Do meu ponto de vista, o blockchain pode contribuir para garantir a conformidade da matéria-prima se para cada compra de aço de um dado fornecedor for feito o registo no blockchain dos parâmetros da verificação física, da documentação, assim como do nível de conformidade. Desta forma, poderá ser criada uma base de dados que poderá relacionar o fornecedor com determinado nível de conformidade. Se a base de dados revelar uma relação clara entre fornecedor e conformidade da matéria-prima, esta ferramenta permitirá seleccionar os fornecedores que vendem, à partida, a matéria-prima com melhores níveis de conformidade.*

*3 – O Betão utilizado na produção, para além dos requisitos específicos dos seus componentes (ex.: cimento), deve obedecer a critérios rigorosos pré-estabelecidos e controlados através de ensaios, cujos dados devem manter-se disponíveis ao longo do ciclo*

*de vida do produto. Como pode o Blockchain contribuir para garantir a disponibilidade e integridade desses dados?*

*Tal como dito no ponto 1 o blockchain garante um registo permanente das operações, que neste caso vão ser os resultados dos ensaios realizados, e, portanto, garante que este registo existe durante todo o ciclo de vida do producto. Além disso, como a informação é encriptada, esta é armazenada de forma segura.*

*4 – Todo o processo de moldagem, cura, transmissão de pré-esforço, corte e armazenamento é monitorizado e toda a informação registada, inclusive através de equipamentos eletrónicos (ex.: controlo de temperatura e humidade ambiente, medidas de produto). Pode o blockchain contribuir para registar e monitorizar este processo? De que forma?*

*Uma vez que a quantidade de dados armazenados será muito grande, a utilização de uma base de dados distribuída, como o blockchain, permite que a informação esteja registada em diferentes servidores, o que aumentará a resiliência da base de dados a possíveis falhas num dos servidores.*

*5 – A produção e venda destes produtos tem normalmente início num projeto de engenharia que utiliza as fichas técnicas/homologações do fabricante como base de cálculo dos projetos e definição do tipo de produto a utilizar em obra. Como pode o blockchain facilitar o processo de verificação da conformidade das especificidades do produto, utilizado em obra, com os requisitos definidos pelo projetista?*

*A utilização dos variadíssimos registos (possivelmente centenas) de fichas técnicas/homologações do fabricante para o cálculo de projeto e de definição de produto é uma operação que a realizar num único computador pode ser tão pesado que a torna inviável por demorar imenso tempo de processamento. No entanto, dada a tipologia descentralizada da blockchain vários servidores podem ser utilizados no processo de cálculo tornando-o muito mais rápido e, por isso, exequível em tempo útil.*

6 – O SGQ deve garantir que os líderes decidem com base em factos. De que forma pode o blockchain apoiar o SGQ a proporcionar aos líderes dados e informações, que lhes possam dar garantia de melhores decisões?

*A vantagem da utilização do blockchain é a possibilidade de implementar estratégias de decisão distribuídas que permitem realizar numerosas iterações no processo de decisão. Assim, é possível reduzir, com base nos resultados obtidos pelo processamento, a subjetividade existente nas decisões humanas, propensas a que tal possa acontecer.*

7 – Ao longo do ciclo de vida e processo produtivo, o SGQ, identifica não conformidades que devem ser tratadas e todos os registes inerentes mantidos. Pode o Blockchain apoiar o SGQ no tratamento destas não conformidades, garantindo ao cliente que o produto adquirido é conforme?

*A criação de uma rede dinâmica e inteligente com recurso ao blockchain permite que seja encontrada uma relação entre uma não-conformidade e a solução para a dita não-conformidade de forma precisa e em tempo útil de ser aplicada no terreno.*

8 – Aos produtos pré-esforçados são efetuadas auditorias de qualidade, assim como ao próprio SGQ. Nestas auditorias é avaliado se os procedimentos estabelecidos pelo SGQ no que respeita a registos, documentos, conformidade ou não conformidade e tratamento/ações dadas às não conformidades. É ainda avaliado o próprio SGQ, de modo a garantir que este cumpre todos os requisitos regulamentares e legais. Como pode ser aplicado o Blockchain ao SGQ destes produtos, de modo a que estas auditorias se tornem mais eficazes e eficientes?

*Com recurso ao blockchain é possível encontrar-se relações entre os registos efetuados e conformidade ou não-conformidade e o respetivo tratamento, no caso de não-conformidade. Assim o auditor tem acesso a uma extensa quantidade de casos onde o blockchain poderá relacionar um novo registo com a probabilidade de ser conforme ou não-conforme e no caso de ser não-conforme, qual a medida a tomar para mitigar a não conformidade.*

9 – A criação de um Blockchain Federado, em que cada departamento detenha sob seu poder um nó (como se cada departamento agisse como uma organização autónoma), e em que a maioria da rede validasse o bloco, seria uma solução adequada para o caso em estudo? Se não, qual a melhor opção?

*Sim, seria uma solução adequada. A criação de um nó para cada departamento permite que este tenha autonomia da restante rede, com recurso à encriptação utilizada pelo blockchain, mas beneficiar da imensa base de dados que todos os departamentos da entidade juntos criam. Assim cada departamento teria autonomia para usar a base de dados geral para as suas necessidades, e isto de forma rápida e simples.*

10 – Dada a especificidade dos produtos pré-esforçados e das suas matérias-primas, a partilha de informações entre organização, fornecedores e projetistas, pode ser uma mais-valia. Pode esta rede federada “interna”, alargar-se a fornecedores e projetistas, mantendo a autonomia de cada uma das partes e garantindo a confidencialidade, segurança, integridade e qualidade dos dados e da informação? Como?

*Sim, pode ser alargada efetivamente. Utilizando a encriptação do blockchain podem ser garantidos diferentes níveis de acesso autónomos, em que num nível máximo o utilizador teria acesso a toda a informação e num nível mínimo, o utilizador teria acesso a uma quantidade muito limitada de informação.*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---

**Anexo IX – Resposta a Questionário dirigido a especialistas em  
Tecnologia *Blockchain*. (Especialista 4)**

## **Questionário dirigido a especialistas em Tecnologia *Blockchain*.**

---

O presente questionário, para o qual peço a sua colaboração, servirá de suporte à realização da minha Dissertação de Mestrado em Gestão, na Universidade Aberta.

Esta dissertação é um estudo de natureza académica, cujo tema é: “A aplicação da tecnologia *blockchain* no sistema de gestão da qualidade dos produtos pré-esforçados em betão”.

**Agradeço, desde já, a sua colaboração!**

---

### **Nota Introdutória:**

Os produtos pré-esforçados em betão são produtos com especificações técnicas próprias. Sendo o ciclo de vida e processo produtivo, destes produtos, monitorizado pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), de forma a garantir que todos os requisitos sejam cumpridos, desde as matérias-primas principais (aço e betão), também estas obrigadas a cumprimentos de requisitos específicos, até ao produto final, colocado à disposição do cliente.

O SGQ proporciona para estes produtos, uma gestão da qualidade de todos os processos inerentes à sua produção e à sua monitorização.

Assim, este inquérito, para o qual peço a sua importante colaboração, visa, compreender a forma como a tecnologia *Blockchain* pode ser aplicada ao SGQ dos produtos pré-esforçados em betão tornando-o mais eficaz e eficiente.

---

## **Questões:**

*1 - Tendo em consideração que as matérias-primas devem obedecer a requisitos técnicos específicos, como pode o Blockchain contribuir para melhorar o processo de seleção de fornecedores e de matérias-primas, sendo aplicado à monitorização, acompanhamento e disponibilidade de registos, documentos e informações estabelecidas pelo SGQ, referentes à aquisição de matérias-primas, ao longo do ciclo de vida dos produtos?*

*O Blockchain poderá contribuir para melhorar o processo de seleção de fornecedores e de matérias-primas através da criação de uma base de dados eficiente e “inteligente” (minimizar erros de transação e de perda de informação, promovendo a automatização e o rápido rastreamento de informação), de maneira a possibilitar a automatização de contratos, fornecer pagamentos instantâneos, acompanhar o transporte das mercadorias (ex.: localização, temperatura/humidade da carga durante a deslocação, etc.), salientar os pontos relevantes (que poderão originar não conformidades) a ter em consideração aquando a seleção de fornecedores ou seleção/receção de matérias-primas. Assim será possível ter uma visão global de toda a cadeia a jusante da produção que irá impactar o ciclo de vida dos produtos finais.*

*2 – A utilização da matéria-prima “Aço”, depende da informação registada pelo departamento de compras, aquando a sua aquisição e verificação física e documental, de acordo com os normativos legais. Pode o Blockchain contribuir, e como o poderá fazer, para garantir a conformidade da matéria-prima utilizada?*

*Para garantir qualidade e conformidade da matéria-prima aço o Blockchain é essencial, pois permite possuir dados/informação que permita realizar rapidamente o rastreamento da origem da matéria-prima e do produto, permitindo verificar se as matérias-primas possuem certificação, fichas técnicas, propriedades relevantes, etc.*

*3 – O Betão utilizado na produção, para além dos requisitos específicos dos seus componentes (ex.: cimento), deve obedecer a critérios rigorosos pré-estabelecidos e controlados através de ensaios, cujos dados devem manter-se disponíveis ao longo do ciclo*

*de vida do produto. Como pode o Blockchain contribuir para garantir a disponibilidade e integridade desses dados?*

*Ao contrário do armazenamento de dados tradicional, o Blockchain possui um armazenamento distribuído e um processamento descentralizado, permitindo que vários servidores contêm registos idênticos, logo qualquer corrupção ou dano num servidor terá impacto na rede.*

*4 – Todo o processo de moldagem, cura, transmissão de pré-esforço, corte e armazenamento é monitorizado e toda a informação registada, inclusive através de equipamentos eletrónicos (ex.: controlo de temperatura e humidade ambiente, medidas de produto). Pode o blockchain contribuir para registar e monitorizar este processo? De que forma?*

*Com o Blockchain será possível registar e monitorizar todo o processo produtivo em tempo real e fornecer às pessoas devidamente autorizadas aprovarem ou rejeitarem os status atual do produto nas diferentes etapas que esta a ser desenvolvido,*

*5 – A produção e venda destes produtos tem normalmente início num projeto de engenharia que utiliza as fichas técnicas/homologações do fabricante como base de cálculo dos projetos e definição do tipo de produto a utilizar em obra. Como pode o blockchain facilitar o processo de verificação da conformidade das especificidades do produto, utilizado em obra, com os requisitos definidos pelo projetista?*

*A natureza descentralizada do Blockchain também dá a esses sistemas bastante poder de processamento e de cálculo. Por exemplo, é possível utilizar dezenas ou mesmo centenas de servidores para com dados de ensaios, possibilitando a realização rápida de cálculos, que nunca seriam viáveis com um computador centralizado, e verificar se estes estão conforme o estabelecido legalmente (ex.: Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão) e/ou projeto de engenharia.*

*6 – O SGQ deve garantir que os líderes decidem com base em factos. De que forma pode o blockchain apoiar o SGQ a proporcionar aos líderes dados e informações, que lhes possam dar garantia de melhores decisões?*

*A decisão humana costuma estar sujeita a preconceitos, influências externas e por vezes irracionalidade, além de que as decisões em grupo adicionam interações ainda mais complexas e dinâmicas que complicam ainda mais todo o processo de decisão. Ao utilizar o Blockchain é possível melhorar as estratégias de decisão dos indivíduos e aumentar o alinhamento entre o ambicionado e os resultados. Isto é possível porque o Blockchain permite realizar uma decisão distribuída, efetuar iterações repetidamente sobre uma decisão, verificar o feedback e entradas corretivas da decisão em causa e a quantificar os seus atributos intrínsecos (ex.: prós e contras).*

*7 – Ao longo do ciclo de vida e processo produtivo, o SGQ, identifica não conformidades que devem ser tratadas e todos os registes inerentes mantidos. Pode o Blockchain apoiar o SGQ no tratamento destas não conformidades, garantindo ao cliente que o produto adquirido é conforme?*

*Com a “Internet of Things” é possível realizar uma ligação “inteligente” no Blockchain, e por exemplo, no caso da temperatura da cura do betão ultrapassa um limite desejado e comprometa o produto final em betão armado pré-esforçado, a rede poderá automaticamente dar indicações como proceder de forma a ultrapassar a não conformidade (e em último caso rejeita-lo), assegurando assim a qualidade do produto final fornecido ao cliente.*

*8 – Aos produtos pré-esforçados são efetuadas auditorias de qualidade, assim como ao próprio SGQ. Nestas auditorias é avaliado se os procedimentos estabelecidos pelo SGQ no que respeita a registos, documentos, conformidade ou não conformidade e tratamento/ações dadas às não conformidades. É ainda avaliado o próprio SGQ, de modo a garantir que este cumpre todos os requisitos regulamentares e legais. Como pode ser aplicado o Blockchain ao SGQ destes produtos, de modo a que estas auditorias se tornem mais eficazes e eficientes?*

*As auditorias de SGQ podem ser mais eficazes e eficientes Blockchain, pois os auditores verificam as informações da empresa e os processos de controlo de qualidade do produto e com o recurso das informações no Blockchain, podem rapidamente validar a conformidade ou não dos produtos. Por exemplo, pode haver um servidor do Blockchain dedicado às*

*auditorias, em que as entidades auditoras tivessem acesso quando quisessem, podendo preparar a auditoria antes de a realizar, focando apenas nos pontos cruciais e mais relevantes a analisar a nível do SGQ do produto. Além do mais, a entidade auditora, devidamente autorizada, poderá até intervir durante o processo produtivo, através de funções automatizadas que podem validar a conformidade ou não do produto.*

*9 – A criação de um Blockchain Federado, em que cada departamento detenha sob seu poder um nó (como se cada departamento agisse como uma organização autónoma), e em que a maioria da rede validasse o bloco, seria uma solução adequada para o caso em estudo? Se não, qual a melhor opção?*

*Sim, será conveniente cada departamento ter o poder num nó em que a maioria validasse o bloco, pois os utilizadores que acedem os sistemas de Blockchain possuem chaves criptográficas, podendo cada uma delas possuir diferentes níveis de permissões, além de necessitar de validar o processo de alteração da informação, de acordo com os critérios definidos. Isto não apenas torna quase impossível a corrupção ou dano da rede, mas também torna simples identificar e eliminar os diferentes problemas.*

*10 – Dada a especificidade dos produtos pré-esforçados e das suas matérias-primas, a partilha de informações entre organização, fornecedores e projetistas, pode ser uma mais-valia. Pode esta rede federada “interna”, alargar-se a fornecedores e projetistas, mantendo a autonomia de cada uma das partes e garantindo a confidencialidade, segurança, integridade e qualidade dos dados e da informação? Como?*

*Sim, esta rede poderia ser alargada, mas utilizando a tecnologia de criptografia do Blockchain, que inclui protocolos de conhecimento zero, o que significa que uns utilizadores podem ter acesso a uma dada informação, mas sem grandes detalhes (ex.: um grupo ter acesso ao comprovativo de que um dado ensaio foi realizado e dos respetivos resultados, no entanto, os outros que usam o Blockchain não podem ver todos os detalhes desse mesmo ensaio, ficando apenas a saber que este foi apenas realizado). Essa função pode ser automatizada, o que manteria os custos baixos.*

---

**Muito Obrigado pela sua colaboração!**

---