

**MEMÓRIAS
DA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE
LISBOA**

CLASSE DE CIÊNCIAS

Carlos Ribeiro (1813–1882) e os reconhecimentos geológicos e hidrogeológicos realizados no âmbito do abastecimento de água a Lisboa, a propósito de um documento inédito

JOÃO LUÍS CARDOSO E MARIA MANUELA SIMÕES RIBEIRO



**ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE LISBOA**

LISBOA • 2025

Título: Carlos Ribeiro (1813–1882) e os reconhecimentos geológicos e hidrogeológicos realizados no âmbito do abastecimento de água a Lisboa, a propósito de um documento inédito

Edição: Academia das Ciências de Lisboa

Data de edição: 2025

DOI: <https://doi.org/10.58164/h46j-ex82>

Carlos Ribeiro (1813–1882) e os reconhecimentos geológicos e hidrogeológicos realizados no âmbito do abastecimento de água a Lisboa, a propósito de um documento inédito

JOÃO LUÍS CARDOSO¹ MARIA MANUELA SIMÕES RIBEIRO²

RESUMO

Apresentam-se novos elementos sobre as investigações de Carlos Ribeiro (1813–1882), enquanto geólogo do recém-criado Ministério das Obras Públicas, relativas à avaliação dos recursos hídricos subterrâneos destinados ao reforço do abastecimento de água a Lisboa, cuja escassez, em meados do século XIX, exigia novas captações. Destacam-se as observações geológicas realizadas em 1856 nas imediações da cidade, registadas em três cadernos com notas, desenhos e observações geológicas e hidrogeológicas inéditas, que serviram de base à monografia publicada pela Academia Real das Ciências de Lisboa em 1857, ano da criação da Segunda Comissão Geológica de Portugal, da qual Ribeiro foi codiretor com Francisco Pereira da Costa. Pioneiro na aplicação da ciência à resolução de problemas públicos, Carlos Ribeiro é considerado o fundador da Hidrogeologia portuguesa, comparável aos melhores da sua época. O trabalho de campo de 1856 permitiu inventariar poços e nascentes, medir caudais, propor obras hidráulicas para reforço do Aqueduto das Águas Livres e cartografar formações geológicas relevantes para a identificação e aproveitamento das camadas aquíferas. Este estudo constitui um notável exemplo da utilização do conhecimento científico em prol do bem comum, antecipando princípios fundamentais da gestão sustentável da água.

ABSTRACT

New insights are presented into the work of Carlos Ribeiro (1813–1882), geologist at the newly established Ministry of Public Works, concerning the assessment of groundwater resources to improve Lisbon's water supply, whose scarcity in the mid-19th century demanded new sources. In 1856, Ribeiro conducted detailed geological surveys around Lisbon, recorded in three notebooks with notes, sketches, and unpublished geological and hydrogeological observations. These formed the basis of a monograph published by the Royal Academy of Sciences of Lisbon in 1857, the same year the Second Geological Commission of Portugal was created, which Ribeiro co-directed with Francisco Pereira da Costa. A pioneer in applying science to public needs, Ribeiro is regarded as the founder of Portuguese hydrogeology, comparable to the leading figures of his time. His 1856 fieldwork enabled the inventory of wells and springs, flow measurements, design of hydraulic works to reinforce the Águas Livres Aqueduct, and geological mapping to identify aquifers suitable for future water supply. This study exemplifies the early use of scientific knowledge for the public good, anticipating the modern principles of sustainable water management.

¹ Academia das Ciências de Lisboa e ICAREHB da Universidade do Algarve

² Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa e Centro de Investigação GeoBioTec

1. CARLOS RIBEIRO (1813–1882): ENGENHEIRO, GEÓLOGO E ARQUEÓLOGO

A Carlos Ribeiro (1813–1882), oficial do Exército e engenheiro militar, geólogo e arqueólogo (Figura 1) cuja biografia se deve ao seu amigo, adjunto e sucessor à frente da Comissão dos Trabalhos Geológicos de Portugal, Joaquim Filipe Nery Delgado (DELGADO, 1905), coube a missão de ser o impulsor dos estudos de Geologia e de Cartografia Geológica no nosso país.

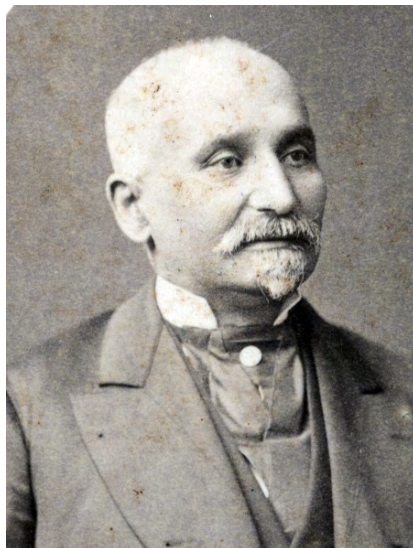


Figura 1. Carlos Ribeiro (1813–1882). Arquivo JLC.

Os resultados de tais estudos, conduzidos por todo o País, justificam que seja considerado o fundador da Estratigrafia Geológica e da Arqueologia Pré-Histórica portuguesas. Na verdade, esta comunicação permite também evidenciar a sua atividade pioneira no domínio da caracterização e captação de águas subterâneas, pelo que se assumiu também como o fundador da Hidrogeologia no nosso país.

Com efeito, o papel de Carlos Ribeiro afigurou-se decisivo para o reconhecimento dos recursos naturais do país. Desde a organização do Ministério das Obras Públicas, em 1852, foi Carlos Ribeiro chamado por Fontes Pereira de Melo para chefiar a 4.^a secção – Minas, Pedreiras e Trabalhos Geológicos – da Repartição Técnica da Direção-Geral das Obras Públicas. Desenvolveu então intenso trabalho de campo, no domínio da Geologia Mineira um pouco por todo o país,

de que resultou também a elaboração da Lei de Minas, decretada no último dia de 1852, compaginando o trabalho administrativo com sucessivos reconhecimentos de terreno, tarefas hoje difíceis de imaginar pela sua amplitude e pelas dificuldades que, a cada passo, tiveram de ser vencidas.

É a Carlos Ribeiro que se deve, por via dos trabalhos realizados desde 1852, o estabelecimento da sucessão estratigráfica geral dos terrenos constituintes do território português, realizados, na maioria dos casos com finalidades aplicadas e no exercício das suas funções oficiais no Estado.

Independentemente da perspectiva com que se abordem tais estudos, é inquestionável que todos eles foram muito potenciados depois da nomeação de Carlos Ribeiro como membro fundador e codirector da 2.^a Comissão Geológica de Portugal, que dirigiu desde 1857 até o seu falecimento, em 1882. Neste âmbito, avulta a publicação, em coautoria com Nery Delgado, da 1.^a carta geológica de Portugal na escala de 1/500 000, publicada em 1876, cuja realização potenciou os seus estudos sobre a cartografia e a estratigrafia do Cenozoico, que o conduziram à valorização da presença de testemunhos arqueológicos do homem pré-histórico, como elementos importantes para a atribuição cronoestratigráfica da maior parte das formações cenozoicas desprovidas de outros indicadores, como fósseis. Deste modo, deve-se a Carlos Ribeiro a identificação de estações arqueológicas notáveis, como os concheiros de Muge, que deu mundialmente a conhecer no Congresso Internacional de Antropologia e de Arqueologia Pré-Históricas, reunido em Lisboa em setembro de 1880, a par do controverso “Homem terciário”, o *Anthropopithecus ribeiroii*, temática que constituiu igualmente outro dos pontos importantes de discussão então havida pelos congressistas. Pelas temáticas discutidas, esta reunião científica conheceu forte impacto na opinião pública, refletido pelo humor de Rafael Bordalo Pinheiro, nas páginas de “O António Maria”, ainda no decurso do Congresso, em setembro de 1880, e depois glosado por Camilo Castelo Branco (1884) no seu livrinho *O General Carlos Ribeiro Recordações da Mocidade*, preito de homenagem ao seu antigo discípulo da Academia Politécnica do Porto:

“Uma observação caturra ao sabio Mortillet: Este genitivo alatinado e ligeiramente macarrónico, *Ribeiroii*, parece pertencer também á época terciária, á prehistorica da língua de Plinio, o moço. *Ribeiroii* em genitivo indica o nominativo *Ribeiroius*. O extremado anthropologista devêra ter

escripto *Anthropopithecus Riberii*, ou, mais eufónico, *Ribeirensis*. Espero e ouso pedir aos futuros congressistas que adoptem esta errata, afim de que o nome glorioso do nosso concidadão não vá latinamente deturpado pelas edades fóra” (CASTELO-BRANCO, 1884, p. 20).

2. ANTES DE CARLOS RIBEIRO: O ABASTECIMENTO DE ÁGUA A LISBOA

A falta de água a Lisboa era crónica, especialmente nos meses de estio, o que levou o Rei Magnânimo à decisão de prover uma obra monumental suscetível de resolver o problema então existente. Assim se decidiu, tendo início o processo da construção do aqueduto das Águas Livres por via do Alvará de 12 de maio de 1731 (Figura 2).

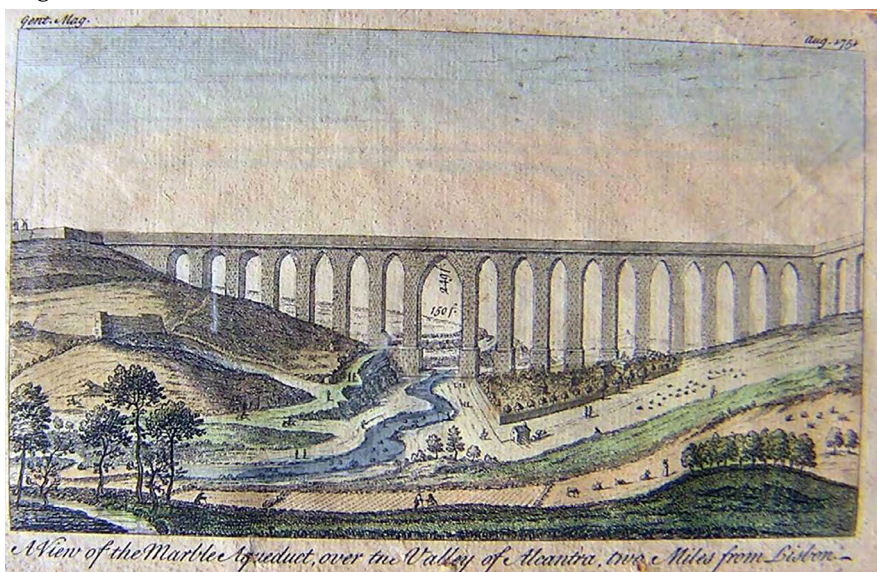


Figura 2. Gravura inglesa colorida sobre cobre do Aqueduto das Águas Livres, no vale da ribeira de Alcântara, publicada na revista *Gentil. Mag.*, Londres, agosto de 1751.

As obras começaram pouco depois, tendo só terminado em 1799 no concerente a todas as captações a ele associadas. Em 1748 as águas deram pela primeira vez entrada na cidade de Lisboa, acontecimento registado em inscrições colocadas na ocasião nos dois locais de entrada na cidade, depois substituídas por outras, que são as atualmente existentes, determinadas por aviso de 20 de março de 1773 da iniciativa do marquês de Pombal (ANDRADE, 1851).

Mas, ainda que as águas livres dessem entrada na cidade, as necessidades dos seus habitantes, numa urbe em permanente crescimento, não ficaram definitivamente resolvidas. Em 1847, o engenheiro Pedro José Pezerat (1801–1872) escrevia o seguinte: “Lisboa (...) não possui senão a sexta parte da agoa que lhe é necessária, não só para consumo doméstico, mas para a industria, a hygiene, a limpeza das ruas e dos canos, e um bom conducto contra os incêndios”.

E detalhava: “Lisboa não recebe das suas Agoas livres durante o estio senão 1:500 metros (...), o que prefaz 4 litros por habitante”, tendo presente que a população de Lisboa ascendia então a cerca de 350 000 habitantes (Pezerat, 1847, in ANDRADE, 1851, pp. 350-358).

A proposta assim justificada e pelo próprio depois elaborada, assegurava que as dificuldades do abastecimento na época da estiagem seriam resolvidas com o recurso à captação do rio de Alcântara e de algumas das nascentes existentes junto ao Tejo perto do Terreiro do Trigo, com a construção nesses locais de grandes depósitos de armazenamento a céu aberto a partir dos quais a água seria elevada para as partes altas da cidade com recurso a máquinas a vapor.

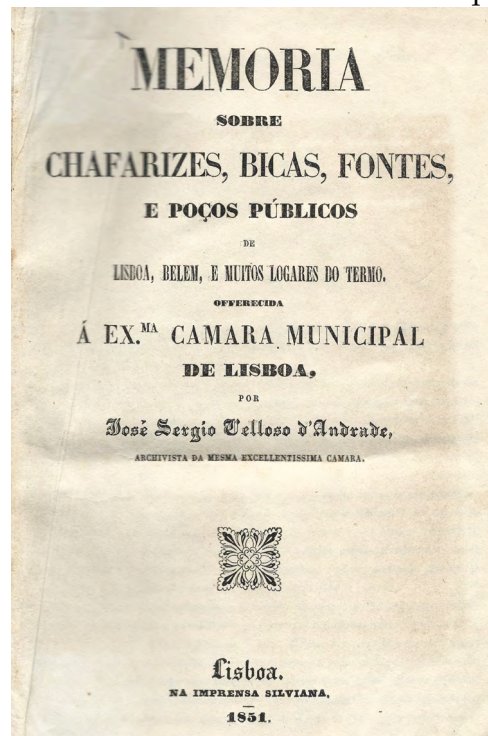


Figura 3. Folha de rosto da obra de ANDRADE, 1851. Arquivo JLC.

No entanto, a aludida falta de água em Lisboa na estiagem, com carácter generalizado, foi contestada por Veloso de Andrade, também ele funcionário da CML, onde detinha as funções de Arquivista. Fundava tal opinião no levantamento dos recursos hídricos então disponíveis na cidade, de sua autoria (ANDRADE, 1851) (Figura 3), assegurando que a aludida falta de água não se verificava nos bairros orientais, onde existiam nascentes perenes que, mesmo nos meses de verão, garantiam o abastecimento sem dificuldade dessa parte da cidade.

O manuscrito de Pedro José Pezerat de 1847 acima referido, presentemente guardado no Arquivo Histórico da EPAL, foi desenvolvido pelo próprio, tendo sido publicado em 1855 (PEZERAT, 1855) (Figura 4).

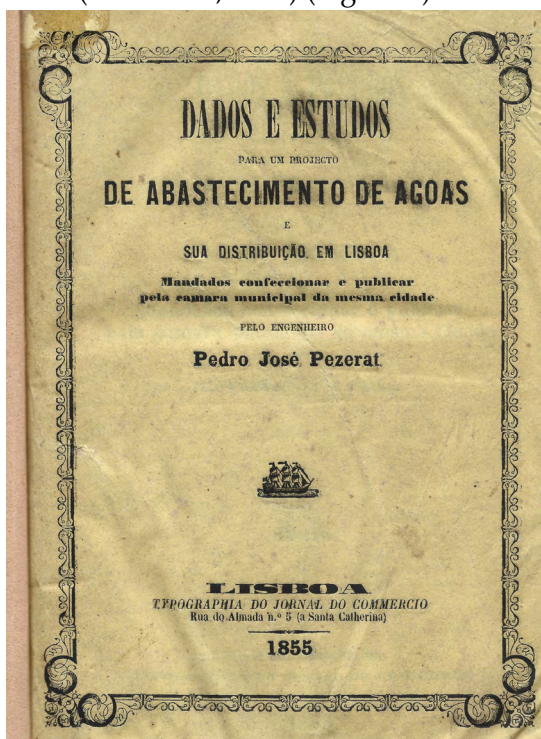


Figura 4. Folha de rosto da obra de PEZERAT, 1855. Arquivo JLC.

No seu preâmbulo lê-se que as soluções por ele preconizadas através da construção de represas para a conservação das chamadas águas de sobejo, a céu aberto “acumuladas em tempo de fartura das nascentes dos principais Aquedutos, que compõem as Aguas-livres” conheceram muitas objeções, mas não a de Carlos Ribeiro, à época engenheiro no recém-criado Ministério da Obras Públicas,

conforme é declarado pelo próprio na referida obra: “Tendo estudado, desde 1846, os meios d’abastecer Lisboa d’agoa, e apresentado sucessivamente diferentes projectos, pelos quaes demonstrava os únicos recursos que se podiam aproveitar para se conseguir este fim, tive que lutar não só contra a indiferença das administrações, porém contra a opposição das commissoes consultadas, tal como a da academia, que apresentou no seu parecer graves objecções contra o meu systema de represas das agoas de sobejo a ceo-aberto em tempo de fartura das nascentes dos principaes aqueductos, que compõem as agoas-livres, objecções hoje refutadas em meu favor por homens competentes, como os srs. José Victorino Damasio, e Carlos Ribeiro” (PEZERAT, 1855, p. 37). Verifica-se, pois, que a Academia Real das Ciências de Lisboa emitiu parecer desfavorável a iniciativa de Pedro Pezerat de constituir pequenas albufeiras urbanas de água para suprir a cidade em tempos de escassez, o que se compreende muito bem, pelos inconvenientes que teria tal iniciativa numa urbe em acelerada expansão, em meados do século XIX. É de registar, outrossim, a opinião favorável que Pezerat tinha de Carlos Ribeiro, por alegadamente o apoiar.

O interesse de Pezerat na resolução do problema do abastecimento de água a Lisboa levou-o a constituir uma sociedade, de parceria com o filho, que celebrou, a 18 de março de 1856, um contrato com a Direção provisória da Empresa então constituída para o abastecimento e distribuição das águas na Cidade de Lisboa. Tal contrato previa a participação de Carlos Ribeiro, pois a 21 de março de 1856, a Direção da Companhia oficiou o Governo para assegurar a colaboração de Carlos Ribeiro, então Capitão de Artilharia e Chefe da Secção de Minas do Ministério das Obras Públicas. Porém, tal pedido não foi autorizado, conforme se pode ler na resposta enviada do Ministério da Obras Públicas datada de 28 de março, “por haver incompatibilidades nas funções de engenheiro da Companhia do abastecimento de águas e de empregado do ministério, não sendo possível exonerá-lo do cargo que exerce na Repartição Técnica por se tornar aqui indispensável o seu serviço” (RAMOS, 2011, p. 48).



Figura 5. Planta da distribuição de água a Lisboa, seg. PEZERAT, 1855. Arquivo JLC.

Apesar desse contratempo, o trabalho executado pelos Pezerat, pai e filho, ao abrigo do referido Contrato, resultou em uma Memória, com 33 páginas manuscritas, guardada no Arquivo Histórico da EPAL, executada entre 15 de março e 19 de abril de 1856, contendo as soluções para a distribuição da água no interior da cidade, seguindo de perto a planta anteriormente apresentada na obra de Pezerat de 1855 (Figura 5).

Tal Memória, na verdade, destinava-se a ser apresentada a Louis-Charles Mary (1791–1870), renomado Engenheiro francês contratado pela Companhia das Águas de Lisboa para apoio ao estudo do projeto definitivo de distribuição da água na capital (Figura 6), dado o escasso tempo disponível por Mary para dirigir a execução da planta da cidade, contendo a respetiva proposta de distribuição.



Figura 6. Louis-Charles Mary (o segundo da primeira fila a contar da esquerda), no grupo de professores da *École Centrale des Arts et Manufactures*, de Paris (In RAMOS, 2011, p. 27).

Com efeito, foi a este célebre engenheiro francês, que se deveu o projeto para a aquisição e condução de águas bem como a sua distribuição na cidade de Lisboa de 1856, conforme bem documenta a monografia publicada pela EPAL em 2011 da autoria de Paulo Oliveira Ramos e cujo *ex-libris*, ainda hoje bem presente na Cidade é o reservatório de água da Patriarcal, no jardim do Príncipe Real.

Pode bem dizer-se que o ano de 1856 foi decisivo para o desígnio da Lisboa ser provida da água que tanta falta lhe fazia, pois nesse mesmo ano Carlos Ribeiro fora encarregue, na impossibilidade de apoiar os trabalhos desenvolvidos pelos Pezerat, do reconhecimento geológico, hidrogeológico e hidrológico dos arredores e Lisboa tendo em vista, naturalmente, o reforço do aprovisionamento da cidade, o qual constitui o cerne da presente comunicação.

Em resultado de tais trabalhos, publicou esta Academia, em 1857, duas edições daquela memória, uma em formato 4.º correspondente à publicação nas Memórias da Academia, 1.ª Classe, Tomo 2, parte 1 (Figura 7), e outra em formato

8.º, no *Jornal de Sciencias Mathemáticas, Physicas e Naturaes*, em ambos os casos acompanhados de uma grande carta geológica litografada (RIBEIRO, 1857 a, b).

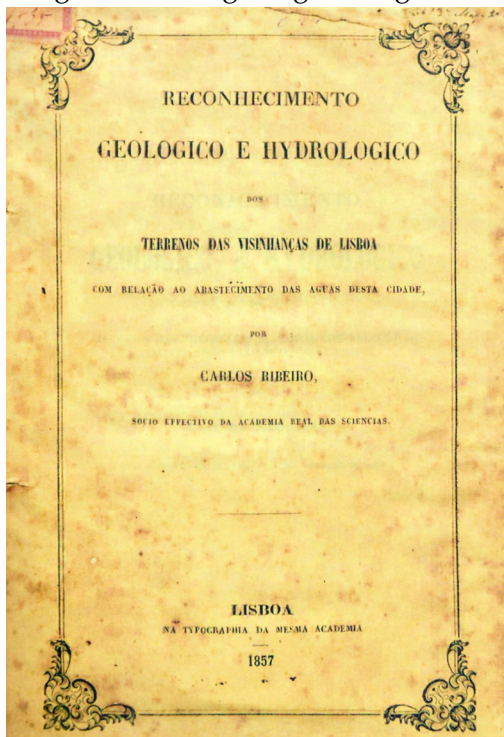


Figura 7. Capa da separata da obra de RIBEIRO, 1857 a. Arquivo JLC.

Embora o trabalho tenha sido publicado, a documentação agora dada a conhecer, correspondente à passagem a limpo pelo próprio das observações de campo realizadas no decurso de 1856, os abundantes cortes geológicos e esboços de natureza técnica, acompanhados da respetiva descrição, não foram publicados na memória impressa, constituindo até hoje documentos inéditos, apesar do interesse científico e historiográfico. Por evidenciarem o rigor do seu autor, pioneiro da Hidrogeologia portuguesa, justificaram esta primeira apresentação pública, na mesma instituição que promoveu os respetivos estudos, 167 anos volvidos.

3. O RECONHECIMENTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DE CARLOS RIBEIRO DE 1856

O reconhecimento de campo de Carlos Ribeiro dos arredores de Lisboa de 1856 foi consubstanciado em diversas digressões (percursos), no decurso das

quais foram registadas observações mais ou menos desenvolvidas acerca da possibilidade de ocorrência de caudais para reforço do Aqueduto das Águas Livres ou de ramais periféricos (Aquedutos da Mata e de Agualva) construídos na região de Belas, no vale da ribeira de Carenque.

As observações de campo realizadas foram anotadas em três cadernos de campo (Figura 8) ilustrados com desenhos de cortes geológicos e também das obras hidráulicas propostas. Os cadernos foram assim intitulados: N.º 1 *Geologia das vizinhanças de Lisboa: Águas nas vizinhanças de Bellas*; N.º 2 *Geologia das Vizinhanças de Bellas: Águas* e N.º 3 *Geologia das Vizinhanças de Lisboa*.

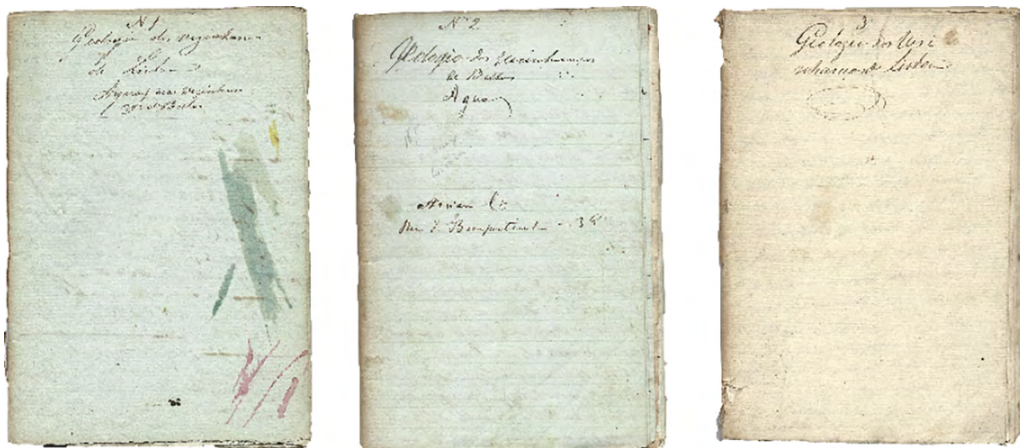


Figura 8. Cadernos de campo de Carlos Ribeiro: N.º 1 *Geologia das vizinhanças de Lisboa: Águas nas vizinhanças de Bellas*, N.º 2 *Geologia das Vizinhanças de Bellas: Águas* e N.º 3 *Geologia das Vizinhanças de Lisboa*.

As digressões ocorreram entre novembro de 1856 e 5 de janeiro de 1857, de que resultaram anotações nos cadernos com datas de 6 de novembro (caderno 1), 8, 10, 12, 13 e 14 de novembro (caderno 2), de 16, 17, 18 e 20 de dezembro de 1856, e de 3 e 5 de janeiro de 1857 (caderno 3).

3.1. METODOLOGIA DE TRABALHO

Centrando-se na verificação da continuidade, para Este e Oeste, das camadas aquíferas de onde brotavam as nascentes de Belas que alimentavam o Aqueduto das Águas Livres, na sua origem, Carlos Ribeiro definiu metodologia de trabalho em quatro fases, baseada no reconhecimento geológico e nas interpretações hidrogeológicas dos terrenos da região de Lisboa e arredores, seguindo-se a conceção

de obras hidráulicas de modo a reforçar o caudal do aqueduto, desde Carenque até Lisboa.

Começa, na 1.^a fase, 1.^a digressão, pela realização do percurso ao longo da estrada que ligava a *Porcalhota* a *Cintra*, fazendo o reconhecimento geológico e hidrogeológico (anotações do caderno 1, em 6 de novembro de 1856). A 2.^a fase, na 2.^a digressão, dedica-a à análise geológica e hidrogeológica, detalhada e minuciosa, da região envolvente às nascentes de Belas, dos vales das ribeiras de Carenque, Castanheiro, Jardim e Vale de Lobos; na 3.^a fase, ocupa-se da conceção das obras hidráulicas que deveriam ser construídas para o aproveitamento das águas identificadas, introduzindo-as diretamente no Aqueduto das Águas Livres ou noutros periféricos que com este pudessem ser conectados, os Aquedutos da Mata e de Aqualva. Numa 4.^a fase do reconhecimento geológico e hidrogeológico, Carlos Ribeiro dedicou-se à análise exploratória do vale de Loures, procurando a continuidade das camadas aquíferas reconhecidas em Belas.

Tomou como orientação dos trabalhos a linha divisória de águas entre os vales de Carnide e de Loures, separando as bacias hidrográficas de Alcântara e Odivelas, subdividindo a região em estudo em dois maciços, os quais designou por *Massiço oriental* e *Massiço ocidental*. O primeiro, pelo lado N-NE, abrangia a região oriental e nordeste de Lisboa, onde se incluíam os terrenos de Benfica, Palhavã e Poço do Bispo, até à ribeira que liga Frielas a Sacavém; e, pelo lado S-SW, os terrenos do Lumiar, Carnide e Porcalhota, que estavam limitados pelo vale de Alcântara, encaixando toda a região de Lisboa. O segundo compreendia a região ocidental e noroeste de Lisboa, até ao cabo da Roca, integrando os terrenos de Algueirão, Piedade, Tapada, Sabugo, D. Maria, Caneças, Adabeja, Villa Chã e Falagueira e os vales mais importantes das ribeiras de Queluz, Laveiras, Oeiras, Manique e Cascais, integrando as águas que desaguam no oceano Atlântico, no rio Tejo e nas ribeiras situadas a N e NE, subdividindo também as águas das ribeiras de Cheleiros, Loures, Odivelas, Carenque e Alcântara.

3.2. UNIDADES GEOLÓGICAS: CONSTITUIÇÃO GEOLÓGICA DO SOLO

Com base na origem, natureza mineralógica e posição estratigráfica, os terrenos em apreço foram divididos em três grupos distintos (Terreno terciário, Terreno cretáceo e Rochas eruptivas)*, onde integrou as camadas aquíferas de

Belas, subdivididas em seis grupos (Figura 9), três de grés e três de calcários, na 2.^a Formação do *Terreno cretáceo*, tal como a seguir se ilustra:

• *Terreno terciário* – abrange quase toda a totalidade do maciço oriental

Formação superior lacustre – Terrenos da Bacia do Tejo e até à Beira Baixa e Alto Alentejo

Formação marinha – Terrenos da região de Lisboa, até Alhandra, e margem sul do Tejo

• *Terreno cretáceo* (incluindo a Formação trappica) – abrange todo o maciço ocidental

- | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ^a Formação | 1.º andar – Conglomerado vermelho | 1.º grupo – Rochas calcareas e arenosas |
| | | 2.º grupo – Conglomerados, grés e argilas formadas de fragmentos dos basaltos |
| 2. ^a Formação | 2.º andar – Calcarea hippuritico, contendo spherulites e caprinulas | |
| | 1.º andar – Camadas de Bellas (6 Grupos) ou grupos mui possantes de camadas de calcarea, alternando com iguaes grupos de camadas de grés e argilas | |
| | 2.º andar – Camadas de calcarea da Ericiera com leitons de grés, e de marnes vermelhos com o <i>Pecten quinqucostatus</i> | |
| 3. ^a Formação | – Marnes de Safaraju | |
| 4. ^a Formação | – Arenatas e calcaneos com exogyra cónica e amonites | |

• *Rochas eruptivas*

*Unidades geológicas consideradas pelo autor (RIBEIRO, 1857a)



Figura 9. Unidades geológicas da região de Belas (Camadas de Bellas: 6 grupos – 1.º grupo de calcarea, 2.º grupo de grés, 3.º grupo de calcarea, 4.º grupo de grés, 5.º grupo de calcarea e 6.º grupo de grés) com as camadas aquíferas captadas que alimentavam o Aqueduto das Águas Livres e os Aquedutos da Mata e de Agualva, implantadas no excerto da carta geológica, escala 1:100 000 de Carlos Ribeiro, 1857.

CADERNO N.º 1

As anotações deste caderno resultaram de duas digressões, a primeira do percurso entre Amadora (Porcalhota) e Sintra, pela estrada que liga estas localidades, e pelos vales que atravessam as regiões de Belas e Caneças, passando pelos talvegues das ribeiras de Carenque, Castanheiro, Jardim e Vale de Lobos (Figura 10).



Figura 10. Digressões e locais percorridos por Carlos Ribeiro durante o reconhecimento geológico e hidrogeológico dos terrenos das vizinhanças de Lisboa implantados na carta geológica, escala 1:100 000, do mesmo autor, publicada em 1857 no trabalho apresentado à Academia de Ciências de Lisboa.

Neste caderno surgem também cortes geológicos interpretativos, modelos conceptuais fundamentais à compreensão do comportamento hidrogeológico das unidades geológicas e do escoamento subterrâneo que alimentava as nascentes e os poços inventariados conectados por galerias subterrâneas aos aquedutos (Figura 11).

Aqueduto do Santíssimo, a meia encosta, a captar as águas dos grés



Figura 11. Corte geológico no talvegue da ribeira de Caneças com a localização, a meia encostas, do Aqueduto do Santíssimo (desenho do caderno N.º 1).

Considerou relevante a relação estratigráfica da formação basáltica com os grés e os calcários (Figura 12) para o surgimento de nascentes e para alimentação dos poços utilizados em terrenos particulares; em texto do caderno N.º 1 pode ler-se:

“Ao longo da estrada que vai da Porcalhota a Cintra, tanto do lado de Norte como do Sul, está a primeira assentada ou zona de rochas basálticas, muito variada no seu aspeto, estrutura e estado... Estes basaltos formam sobre os calcareos que os suportam uma assentada possante formando na sua parte mais elevada uma aresta como acontece aos terrenos estratificados... ser agua tresvasada do contato dos basaltos com os calcareos. Todas estas nascentes estão como dice nos stractos d’entre a formação basáltica, e no contacto quasi do 1º andar dos calcareos...”

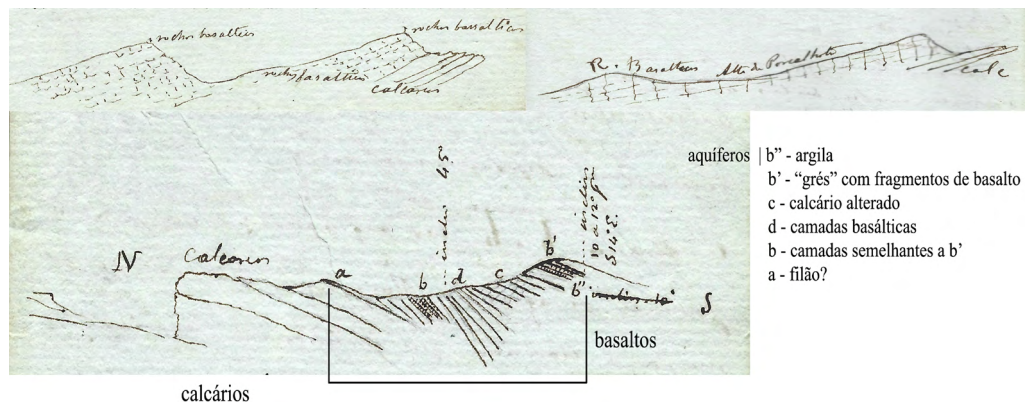


Figura 12. Cortes geológicos com visível estratificação dos basaltos com os calcários e os grés (desenhos do caderno N.º 1).

Admitiu também relevante para o surgimento de nascentes a ocorrência de dioritos a intercetarem as camadas de Belas e os níveis aquíferos— “... a fonte de Bellas sahe de uma injeção diorite que se manifesta á sahida de Bellas passa a Idanha na encosta que vai para os Moinhos de vento do Jardim...”

Os desenhos de secções a cortarem os vales das ribeiras do Jardim e Castanheiro procuram elucidar estas ocorrências, tal como se observa também em alguns cortes geológicos, como o que liga as localidades de Carregueira, Molhapão e Talha, e de Quintão a D. Maria (Figura 13).

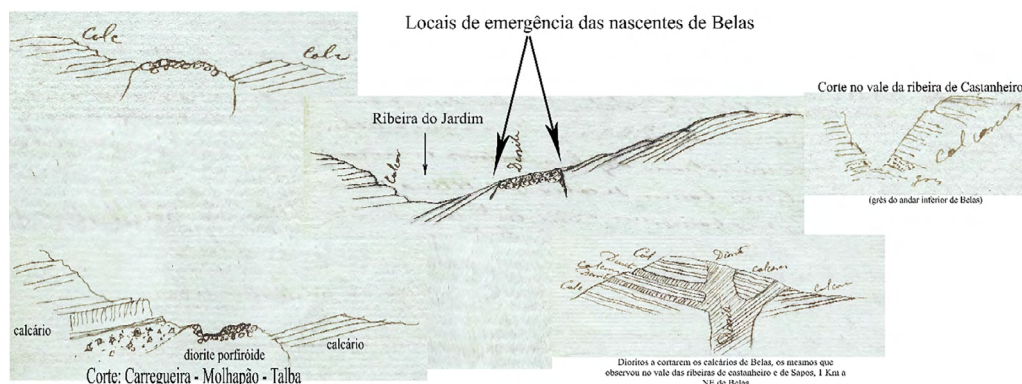


Figura 13. Cortes geológicos onde se podem observar as intrusões de dioritos cruzando as camadas aquíferas (desenhos do caderno N.º 1).

CADERNO N.º 2

As anotações do segundo caderno são quase exclusivamente dedicadas às obras hidráulicas projetadas para o vale de Carenque, face às condições geológicas e hidrogeológicas favoráveis que tinham resultado da análise minuciosa realizada nas 1.ª e 2.ª digressões, sintetizadas no caderno N.º 1.

Admitiu que o reforço dos caudais seria possível com galerias subterrâneas a cruzarem os talvegues dos vales, intersectadas por clarabóias ou poços de larga secção (Figura 14), e galerias de avanço entre os 10 m e os 30 m de profundidade para aumentarem o caudal drenado das camadas aquíferas. Para captar águas artesianas propôs a abertura de *furos de sonda* a alcançarem profundidade de 40 a 60 m.

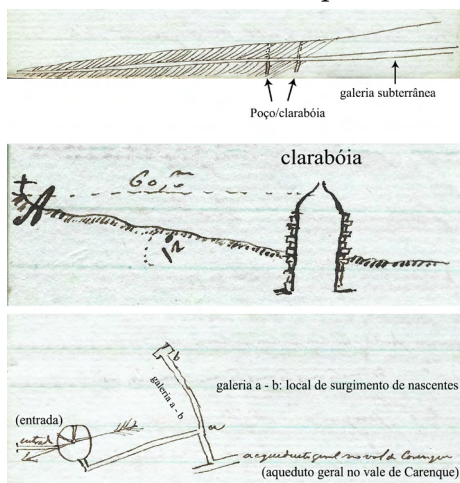


Figura 14. Esquemas de obras hidráulicas projetadas para drenagem das camadas aquíferas e encanamento de caudais nos aquedutos (desenhos do caderno N.º 2).

CADERNO N.º 3

No terceiro caderno consta o registo do reconhecimento geológico e hidrogeológico que fez na 3.^a Digressão, seguindo as camadas de Belas na direção Oeste e Este, com o intuito de comprovar se estas tinham continuidade e se mantinham as características aquíferas.

No caminho que liga Belas, Idanha e Ribeira da Jarda, fez pesquisa detalhada no 1.º andar calcário e no 1.º andar de grés com o objetivo de avaliar possíveis alimentações ao Aqueduto de Agualva, que seria alimentado pelas águas dos vales de Carenque, Castanheiro e Jardim.

Segue o 1.º andar dos calcários e o 1.º andar dos grés, passando pelo 2.º andar dos grés e o 3.º dos calcários, no percurso que ligou Sintra, Colares e praia das Maças. Ao longo deste percurso atravessou rochas metamórficas e vulcânicas, tendo observado que em alguns locais os calcários se mostravam metamorfizados.



Figura 15. Cortes geológicos da 3.^a Digressão, na praia da Maças, região de Lisboa e Loures (desenhos do caderno N.º 3).

Entre Colares e o oceano Atlântico, seguindo junto à ribeira de Colares, notou que predominam as margas, nas sequências de argilas e calcários; identificou os calcários lacustres na Zibreira e relacionou-os com os que observara na praia das

Maçãs. Os fósseis encontrados são comuns aos de Terrugem e Odrinhas. Observou camadas de grés, margas e argilas idênticas às de Belas e Caneças.

Seguiu em direção a Lisboa, passando por Palhavã e Alto do Lumiar; nesta região localiza o limite do Terciário e reconhece a ausência de basaltos, considerando que a passagem se fazia pelo “conglomerado de Sharpe”. Aqui, acompanha os conglomerados que assentam sobre os basaltos. Volta a Loures, ao longo do rio Trancão, passando por Santo Antão do Tojal e Bucelas.

Todos estes percursos são documentados em cortes geológicos elucidativos da posição estratigráfica das unidades geológicas reconhecidas (Figura 15).

3.3. QUALIDADE DA ÁGUA E RENDIMENTO DAS CAMADAS AQUÍFERAS

Carlos Ribeiro não foi alheio à composição da água para retirar conclusões relativamente à origem aquífera das nascentes baseando-se, para o efeito, na semelhança da fácies hidroquímica da água.

Relacionou também com a composição o seu carácter corrosivo e incrustante, visível no fundo das calciras por onde circulava a água (Figura 16): *“A mãe d’agua velha brota a um nivel 10 palmos ou 2,2^m acima do orificio d’escoamento da Mãe d’agua nova – Esta agua produz grandes encrustamentos de calcareo logo desde o principio prova de que o seo jazigo é no 2.^o andar dos calcareos – A relação portanto que eu dice que existia entre esta forte nascente e o 2.^o andar de gres, é inexacto...”*

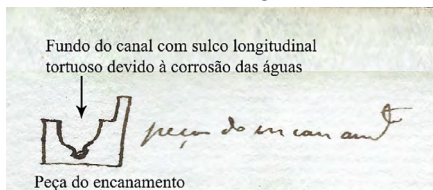


Figura 16. Desenho do canal de encanamento com indicação de tortuosidades resultantes da ação corrosiva da água de circulação (desenhos do caderno N.º 2).

Para reforço dos caudais inventariou e quantificou fontes possíveis de encanamento no Aqueduto das Águas Livres e seus periféricos, em propriedade privada e pública (Quadro I).

Quadro I

Litologia associada à ocorrência		Ocorrências inventariadas	Local	Total	
Basaltos e rochas metamórficas		Nascentes (13) Poços (3) Minas (4) Fontes (2) Chafarizes (1)	Vale da ribeira de Carenque	28	28
		Poços (31) Nascentes (13) Fontes (6) Chafarizes (1) Minas (1)	Aguialva Idanha Belas Panaasca Castanheiro Carenque São Braz	52	71
Calcedão de Belas		Nascentes (8) Poço (1) Encanada (1)	Melhapão Jarda Mata	10	
5.º Grupo do andar de Belas		Nascentes (9)	Mercês A da Baja Quintã	9	
Grés de Belas		Poços (45) Nascentes (29) Fontes (7) Chafarizes (2) Charcos (1) Minas (1)	Venda Seca	85	135
		Nascentes (14) Fontes (13) Poços (4) Mina (1)	Quintã Vale de Lobos Maleças	32	
		Nascentes (10) Poços (4) Fontes (2) Chafariz (1) Minas (1)	Caneças	18	

Águas que alimentam o Aqueduto das Águas Livres, entre o Vale de D. Maria até ao sítio D'Almraão				Reforço Aqueduto Mata	
	Basaltos e rochas metamórficas	Rendimento das nascentes em m³/dia		Rendimento das nascentes em m³/dia	
		3 junho 1856	4 novembro 1856	29 maio 1856	25 outubro 1856
Calcedão de Belas	1.º Grupo do andar de Belas	106,0	0,0		
	3.º Grupo do andar de Belas	13,2	1,0		16,5
	5.º Grupo do andar de Belas	56,5	1,0	3975,0	768,5
Grés de Belas		16,5	6,6	371	132,5
		112,6	6,6	424	212,0
	2.º Grupo do andar de Belas	19,8	5,0	2544	19,8
	4.º Grupo do andar de Belas				2000,0
	6.º Grupo do andar de Belas				23,1
Total		963,8	194,1	7950	3638,9

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultado da atuação conjunta de geólogos e de engenheiros hidráulicos, a ciência moderna das águas subterrâneas, ou Hidrogeologia, nasceu em meados do século XIX, sendo de assinalar o contributo de Carlos Ribeiro no seu desenvolvimento e afirmação em Portugal, até ao presente muito pouco conhecido.

Os trabalhos executados para reforço do abastecimento à capital do reino, com o levantamento geológico dos terrenos de Lisboa e arredores, sintetizado na primeira carta geológica da região de Lisboa, na escala 1: 100 000, realizada pelo próprio em 1856, esteve na origem de diversas interpretações hidrogeológicas apoiadas em modelos conceptuais, que, embora simples, se afirmaram como elucidativos do modelo de circulação hidráulica na região estudada, constituindo testemunho pioneiro em Portugal da utilização prática da Hidrogeologia à resolução de um problema concreto de evidente impacto social e económico.

Sem ainda referir o termo Hidrogeologia, que ainda não era conhecido, é sob a designação de *Hydrologia* que Carlos Ribeiro executou o reconhecimento e a respetiva interpretação hidrogeológica das unidades geológicas que cartografou e pela primeira vez descreveu nas suas características litológicas, estratigráficas, tectónicas e geomorfológicas.

O pioneirismo de Carlos Ribeiro, à época, é comparável aos melhores do seu tempo, a começar pelo seu colega francês Henry Darcy. Não deixou, porém, de reconhecer limitações à concretização de objetivos que seria possível alcançar se em Portugal já existisse prática comum na recolha de dados da precipitação, como

se verificava noutros países, como na bacia de Paris. Por exemplo, a propósito dos recursos hídricos disponíveis nas bacias hidrográficas de Queluz e Vale de Lobos declarou: *“Qual seja o volume das máximas, mínimas, e medias aguas de cada uma destas ribeiras, com relação às aguas pluviais cahidas na repectiva bacia de apanhamento, é o que se ignora, porque semelhantes trabalhos hydrologicos ainda não começaram entre nós.”*

Lisboa, escassa de água para abastecimento à população, dependia dos caudais que brotavam de rochas situadas nos arredores de Lisboa, o que justificou a exímia atuação de Carlos Ribeiro, num tempo curto e limitado devido à época do ano, nos dias mais curtos dos meses de inverno (novembro e dezembro), para suprimento das necessidades, em pouco mais de um mês, suficiente, contudo, para o reconhecimento de terreno e a redação do respetivo relatório. Dispondo das competências técnicas e científicas necessárias, cartografou as unidades geológicas de Lisboa e arredores, donde resultou a primeira Carta Geológica da região de Lisboa, na escala 1:100 000, que acompanha ambas as publicações de sua autoria de 1857, tendo esboçado o traçado de obras hidráulicas, e a inventariação e quantificação dos caudais de nascentes, poços e chafarizes, do domínio público e privado da área interessada pelo estudo que, sublinhe-se, foi realizado em apenas um mês de trabalhos de campo.

Contudo, o problema do abastecimento a Lisboa persistiu e tais estudos continuaram a interessar Carlos Ribeiro (RIBEIRO, 1867, 1879), até à chegada a Lisboa das águas do rio Alviela, em 1880, do Tejo, em 1940 e do rio Zêzere, em 1987, que só então, e definitivamente, resolveram tal dificuldade.

COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 20 DE JUNHO DE 2024

COMUNICAÇÃO RECEBIDA A 31 DE AGOSTO DE 2024

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. S. Velloso de (1851). *Memória sobre chafarizes, bicas, fontes, e poços públicos de Lisboa, Belém, e muitos outros logares do termo*. Lisboa: Imprensa Silviana.
- CASTELO-BRANCO, C. (1884). *O General Carlos Ribeiro (recordações da mocidade)*. Porto: Livraria Civilização.
- DELGADO, J. F. Nery (1905). *Elogio histórico do General Carlos Ribeiro*. Lisboa: Imprensa Nacional.
- PEZERAT, P. J. (1855). *Dados e estudos para um projecto de abastecimento de agoas e sua distribuição em Lisboa*. Lisboa: Typographia do Jornal do Commercio.
- RAMOS, P. Oliveira (2011). *O Projecto de Louis-Charles Mary para distribuição de água na cidade de Lisboa, 1856*. Lisboa: EPAL.
- RIBEIRO, C. (1857a). Reconhecimento geologico e hydrologico dos terrenos das visinhanças de Lisboa com relação ao abastecimento das aguas desta cidade. *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, Lisboa. 1.^a Classe. Tomo II, Parte 1, 119 p.
- RIBEIRO, C. (1857b). Reconhecimento geologico e hydrologico dos terrenos das visinhanças de Lisboa com relação ao abastecimento das aguas desta cidade. *Annaes das Sciencias e Letras: Sciencias Mathematicas, Historico-Naturaes, e medicas*. Lisboa: Academia Real das Sciencias de Lisboa. Secção (1-8), p. 247-256, 311-331, 375-389, 439-453, 503-513, 567-580, 631-644, 695-704. Secção (8-9). P- 5-18, 65-76. Desta obra fez-se um volume único de 153 p.
- RIBEIRO, C. (1867). *Memoria sobre o abastecimento de Lisboa com aguas de nascente e águas de rio*. Lisboa: Comissão Geologica de Portugal.
- RIBEIRO, C. (1879). Relatório sobre os trabalhos da exploração de aguas nas cercanias de Bellas e do Sabugo. *Revista de Obras Públicas e Minas*. Lisboa. 10 (N.º 116, 117), pp. 408-422; pp. 427-453; pp. 477-510.