SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

CONSUMO DE ÁGUA EM CANTEIROS DE OBRAS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Water consumption in construction sites: a literature review

Kamilla Ravizza [1]; Barbara Christina Mergener [2]; Andreza Kalbusch [3] ; Elisa Henning [4]

Recebido em 11 de junho de 2023, aprovado em 18 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

Palavras-chave:
Água
Sustentabilidade na Construção Civil
Obras Civis
Canteiros de Obras

Keywords:
Water
Sustainability in Civil Construction
Civil Construction,
Construction Sites.

RESUMO: Conhecer e entender o consumo de água em canteiros de obras é importante porque trata de uma questão diretamente ligada à sustentabilidade no ambiente construído. Apesar da relevância do tema, esse assunto ainda não foi estudado de maneira aprofundada. Assim, esse artigo apresenta uma revisão da literatura a respeito do consumo de água em canteiros de obra. Estudos realizados no Rio Grande do Sul indicam consumo de até 0,28m³/m², enquanto em São Paulo os indicadores de consumo variaram entre 0,29 e 0,68m³/m². Na região de Recife foi verificada uma média de consumo de água de 0,83m³/m². Alguns outros dados nacionais, bem como internacionais, também são mencionados no decorrer deste artigo.

ABSTRACT: Water consumption in construction sites is an important issue as it is directly linked to sustainability in the built environment. Despite the topic's relevance, this subject has not yet been deeply studied. Therefore, this article presents a literature review regarding water consumption in construction sites. Studies conducted in Rio Grande do Sul indicate consumption up to 0,28m³/m², while in São Paulo the consumption index ranged from 0,29 to 0,68 m³/m². In Recife's region an average water consumption of 0,83m³/m² was reported. Some other national as well as international data are also mentioned in this manuscript.

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **RAVIZZA, Kamilla**: Arquiteta e Urbanista, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Brasil. kamilla.ravizza@hotmail.com.
[2] **MERGENER, Barbara Christina**: Graduanda em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Brasil. barbaracmergener@gmail.com.
[3] **KALBUSCH, Andreza**: Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Brasil. andreza.kalbusch@udesc.br.
[4] **HENNING, Elisa**: Engenheira Civil, Doutora em Engenharia de Produção, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Brasil. elisa.henning@udesc.br.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2022) no biênio 2021-2022 a economia brasileira apresentou expansão de 8,2%. A construção de edifícios é destaque na geração de novas vagas no setor, uma vez que de 288.517 novos empregos criados pela construção entre janeiro e outubro de 2022, a construção de edifícios respondeu por 41,8% do total (CBIC, 2022). O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2021) menciona que a construção civil é um dos setores mais importantes para a economia do país. Maseuro (2021) relata que a indústria da construção civil tem grande influência no setor social e econômico, pois movimenta a cadeia produtiva, alavanca o crescimento econômico e possibilita a geração de empregos. Diante desse contexto, é fundamental ressaltar a importância de tecnologias e soluções que visem a sustentabilidade nos processos, seja pelo desenvolvimento de novos materiais, aproveitamento de resíduos ou redução do impacto ambiental (MASEURO, 2021).

A gestão no canteiro de obras tem como objetivo, além do bom desempenho da construção, a redução de recursos consumidos e a melhoria da qualidade da obra (ADORNA e MAZUTTI, 2019). Dentre os impactos ambientais durante a fase de construção, pode-se citar o consumo de água (ALBERTINI *et al*., 2021). A ISO 14001 (ISO, 2015) enfatiza o equilíbrio entre meio ambiente, sociedade e economia para atender as necessidades atuais sem prejudicar as gerações futuras, o que envolve gerir os aspectos ambientais, como o consumo de água. De acordo com Bathrinath *et al*. (2022), agilidade nos negócios, motivação e incentivos, meio ambiente, água e sociedade são os cinco principais desafios enfrentados pela indústria da construção. Na abordagem integrada e sustentável das fases do ciclo de vida de uma construção, medidas que visam reduzir e/ou reciclar água devem estar incorporadas desde a etapa de projeto (MATEUS, 2009). Araujo (2009) defende práticas sustentáveis em canteiros de obras e dentre os itens discutidos estão medidas voltadas à diminuição do consumo de água.

De acordo com Oliveira, Sposto e Blumenschein (2012), reduzir o consumo dos recursos naturais e minimizar os impactos ambientais gerados pela atividade construtiva, configuram-se em uma vantagem competitiva para as empresas deste segmento. Além de se inserirem no rol das empresas mais sustentáveis, poderão diminuir o custo das obras e alavancar sua rentabilidade (OLIVEIRA; SPOSTO; BLUMENSCHEIN, 2012). Do ponto de vista das variáveis qualitativas, a utilização de processos e materiais mais industrializados e métodos construtivos menos tradicionais são positivos para o desempenho ambiental (ALBERTINI *et al*., 2021).

Para Zeule, Serra e Teixeira (2020), o uso racional da água nos canteiros de obra é de importância social, econômica e ambiental, mas não é possível evidenciar acentuada implantação de estratégias que minimizem e controlem o consumo de água, possivelmente devido à falta de fiscalização ou padronização estadual e nacional. Para Zutshi e Creed (2015) o ambiente natural deve apoiar e sustentar o ambiente construído, o que evidencia a inevitabilidade da utilização sustentável de matérias-primas durante a fase de construção de modo a prevenir a deterioração ambiental desnecessária. Para que se atinjam parâmetros sustentáveis na construção, o projeto deve integrar aspectos como a redução de desperdício e a conservação de água (ATHAPATHTHU e KARUNASENA, 2017).

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar um diagnóstico sobre o de água em canteiros de obras. Serão observadas as diferenças e semelhanças encontradas nos dados da literatura com base nas referências pesquisadas. Esse artigo busca apresentar os dados conhecidos e encontrados sobre o tema abordado visando fornecer uma visão abrangente de pesquisa, desenvolvimento e conhecimentos na área.

2 MÉTODO

As informações contidas nessa pesquisa são oriundas das bases Scielo, Scopus e Portal de Periódicos da Capes. A base Scielo é uma biblioteca eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos ibero-americanos (SCIELO, 2023). a base Scopus, segundo a Elsevier (2023) é o maior banco de dados de literatura com revisão por pares, e o Portal de Periódicos da Capes oferece a comunidade um dos maiores acervos bibliográficos do mundo com acesso à produção cientifica mundial atualizada e de qualidade (MEC, 2023). Para a pesquisa e seleção de todos os estudos aqui mencionados adotaram-se alguns critérios, sendo o primeiro uma busca acerca do tema consumo de água em canteiro de obras. Após essa primeira busca, evidenciou-se que o assunto é um tema de interesse no meio científico. Para a seleção dos dados com base na literatura combinou-se então as palavras “água” e “obra” para assim se referir também ao consumo nos canteiros de obras, conforme apresentado no Quadro 1.

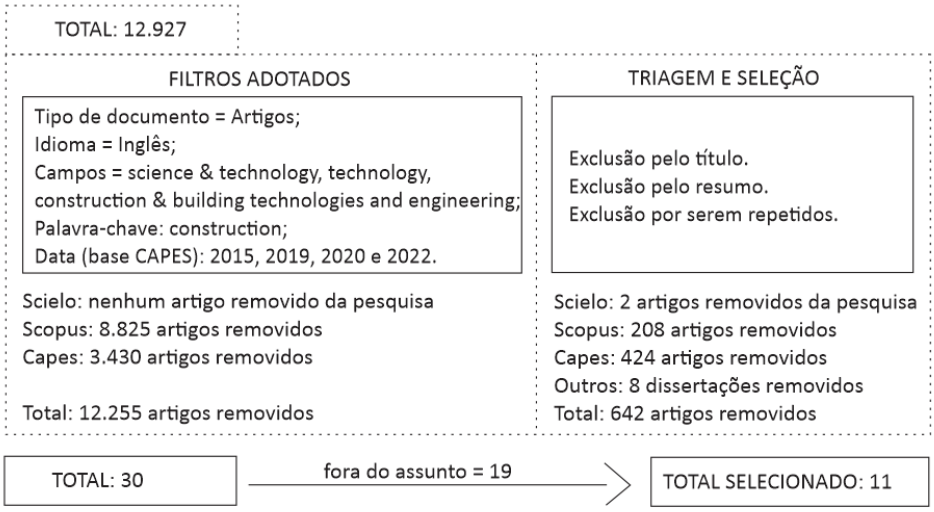
Quadro 1 – Resultado das Pesquisas nas Bases de Dados.

TERMO DE BUSCA	SCIELO	SCOPUS	CAPES
water consumption at/in construction site	-	236	872
drinking water consumption during construction phase or water consumption during construction phases	-	21	739
consumo de água em canteiros de obras	1	-	7
construção civil sustentável e água	-	-	91
água e canteiros de obras	3	-	23
water and requirements and construction	-	8830	-
sustainable performance in construction sites	-	-	2104
TOTAL	**4**	**9.087**	**3.836**
TOTAL GERAL	**12.927**		

Fonte: As autoras (2023)

Para alcançar uma cobertura global acerca deste tema de pesquisa, definiu-se um conjunto de palavras-chave de busca escolhidas para abranger o maior número possível de estudos que contextualizassem as questões dessa pesquisa, indicando quais fatores têm maior impacto e influência na demanda de água nas obras e principalmente, qual é o consumo de água durante a fase de construção. Na Figura 1 consta a metodologia aplicada na presente revisão para a definição dos artigos utilizados. Para a primeira seleção adotaram-se filtros de triagem nas bases de pesquisa, como o tipo de documento, idioma, campo de abrangência, entre outros. Em uma segunda etapa, as autoras aplicaram os métodos de *skimming* e *scanning* para exclusão de artigos pelo título e resumo, além de artigos duplicados nas bases de pesquisa. Como resultado, permaneceram 30 artigos selecionados para essa revisão. Destes, apenas 11 artigos responderam alguma das perguntas de pesquisa.

Figura 1 – Seleção das Pesquisas para a Revisão da Literatura.



Fonte: As autoras (2023)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Nascimento e Jesus (2016), o ramo da construção civil é responsável por grande parcela dos impactos ambientais que afetam o meio ambiente. Conforme Santos, Silva e Cerqueira (2015), o consumo de água em um canteiro de obras pode variar de acordo com a quantidade de atividades e de funcionários presentes na obra. Para Marques, Gomes e Brandli (2017) a variação no consumo de água está relacionada com a gestão e demais aspectos da obra, como a técnica construtiva empregada, o tipo de obra, a área construída e o índice de compacidade, o qual compara o perímetro externo do prédio com o de um círculo de mesma área para avaliar se a forma da planta baixa está em sua máxima economia possível. Os resultados desta revisão podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 – Estudos sobre consumo de água em canteiros de obras.

AUTOR (ANO)	LOCAL	ASPECTOS GERAIS
HARIHARAN *et al.* (2022)	Fort Myers, Flórida - Estados Unidos	Consumo de água potável pelos colaboradores durante a construção: média diária de 3,23 litros/pessoa/dia com valor mínimo de 2,3 litros/pessoa/dia e máximo de 4,51 litros/pessoa/dia.
NASCIMENTO e JESUS (2016)	Grande Vitória, Espírito Santo - Brasil	60% das construtoras visitadas não possuem procedimentos para redução do consumo de água e 33 % cumpriram ao menos um dos procedimentos elencados na pesquisa.
PESSARELLO (2008)	São Paulo, São Paulo - Brasil	Três canteiros de obras: consumo de 0,68 m³ para cada m² construído (estudo A), 0,44 m³ para cada m² construído (estudo B) e 0,37 m³ para cada m² construído (estudo C).
SANTOS, SILVA e CERQUEIRA (2015)	Recife, Pernambuco - Brasil	Empreendimento residencial possui média de 0,83m³ para cada m² construído. O consumo é dividido em uso humano nos vestiários (57,90%), atividades de construção que requerem água (16,91%) e desperdício de água, consumo humano no refeitório e cozinha e usos indiretos (25,19%).

Continua...

Quadro 2 – Estudos sobre consumo de água em canteiros de obras (*continuação*).

AUTOR (ANO)	LOCAL	ASPECTOS GERAIS
MARQUES, GOMES e BRANDLI (2017)	Passo Fundo, Rio Grande do Sul - Brasil	Seis canteiros de obras: consumo entre 0,02 m³/m² e 0,28 m³/m².
BARDHAN (2011)	Índia	Um canteiro de obra: 1m³/m² a 2m³/m² de área construída. Total de água incorporada*: 27,604 m³/m².
MCCORMACK *et al.* (2007)	Austrália	17 edifícios comerciais durante a fase de construção: consumo de água incorporada** no processo é de 20,1m³/m² de área construída, o menor de 5m³/m² e cerca de dez empreendimentos apresentaram consumo de 10 a 13m³/m².
HERAVI e ABDOLVAND (2019)	Teerã - Irã	Seis canteiros de obras: o consumo de água virtual*** de 20,8m³/m² de área construída em estruturas de concreto armado e de aço (85% desse valor é consumo indireto). O custo do consumo de água virtual foi de 2% do custo total de construção.
ZEULE, SERRA E TEIXEIRA (2020)	Limeira - São Paulo	Canteiro com consumo de água por área construída igual a 0,29m³/m².
Albertini *et al*. (2021)	Porto Alegre	A variável área construída e consumo de água apresentou um coeficiente de correlação de 0,867 ou seja, há uma relação linear positiva.

*teor de água principal ou pegada hídrica de um prédio (BARDHAN, 2011).
**necessária para criar e entregar um produto considerando todas as fases de produção (MCCORMACK *et al.*, 2007).
***consumida durante a produção de material e construção (HERAVI; ABDOLVAND, 2019).
Fonte: As autoras (2023)

Ao analisar os dados referentes a canteiros de obras brasileiros, o indicador utilizado para a medição é de m³/m² sendo os maiores valores encontrados de 0,83 m³/m², no estado de Pernambuco (SANTOS; SILVA; CERQUEIRA, 2015) e de 0,68 m³/m² no estado de São Paulo (PASSARELO, 2008). Os valores que Marques, Gomes e Brandli (2017) encontraram podem ser explicados pelas particularidades de cada obra, pois obras comerciais com maiores áreas construídas e índice de compacidade apresentaram o menor consumo de água no estudo. Esse comportamento pode ser explicado pela utilização de materiais, técnicas construtivas e projetos simplificados em relação às obras residenciais, além de uma estrutura com vãos maiores e espaços mais livres, o que reduz o consumo de água incorporado ao concreto (MARQUES; GOMES, BRANDLI, 2017). No estudo de Zeule, Serra e Teixeira (2020), dentre seis canteiros analisados, destaca-se o da cidade de Limeira/SP com ações práticas que visaram a economia de água, como um sistema de captação, armazenamento, tratamento e reúso, as quais refletiram no indicador de 0,29m³/m². Hariharan *et al.* (2022) estudaram o consumo de água potável pelos colaboradores em canteiros de obras na Flórida/EUA, tendo a média diária de 3,23 litros/pessoa/dia. MCCORMACK *et al*. (2007) indicam que na Austrália o consumo de água incorporada no processo de construção é de 20,1m³/m² de área construída. Esse dado se assemelha com o encontrado por Heravi e Abdolvand (2019) em Teerã (Irã), com o valor de

20,8m³/m². Os resultados encontrados na Austrália e no Teerã não podem ser comparados com os dados encontrados no Brasil, pois os estudos nacionais citados nesta revisão não consideram o consumo gasto nas fases de produção dos materiais. Bardhan (2011) apresenta resultados de um estudo de caso na Índia, em que o consumo de água é de 1m³ a 2m³ para cada m² de área construída. Essa diferença pode estar atrelada a vários fatores, como questões climáticas, consumo direto e indireto da água e principalmente a técnicas construtivas. Garg et al. (2023) afirmam que a quantidade de água utilizada durante o processo de construção é, em grande parte, não contabilizada e que devido à extensa variedade de técnicas de construção e níveis de habilidades dos trabalhadores, o uso de água em canteiros de obras pode variar. A pesquisa realizada por Albertini et al. (2021), que avaliou o desempenho ambiental da construção civil, aponta que o padrão construtivo e a complexidade do projeto implicam em uma maior demanda de materiais e consumo de recursos e que as obras que utilizam materiais industrializados como argamassas, painéis, elementos e equipamentos secos apresentam maior eficiência ambiental. Heravi e Abdolvand (2019) concluíram que 85% do consumo de água virtual é para o consumo indireto de água, ou seja, a água que está incorporada nos processos de fabricação dos insumos. Araujo (2009) confirma que o desperdício de água em canteiros de obras acentua a escassez desse recurso nas cidades, podendo também causar impacto na vizinhança. Diante da importância do tema, esta revisão da literatura buscou contribuir para o mapeamento de estudos realizados no Brasil e no exterior acerca do consumo de água em canteiros de obra.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos apresentados nesta revisão de literatura mostram resultados de estudos de casos em diferentes partes do mundo, com diferentes técnicas e métodos construtivos, além de diferentes aspectos climáticos, ambientais, econômicos e sociais. Os 11 artigos selecionados pela triagem realizada pelas autoras apresentam valores de consumo em pesquisas no Brasil e também no exterior. No Brasil, foram encontrados valores de 0,83 m³/m² em Recife/PE, 0,68 m³/m² em São Paulo/SP, 0,29 m³/m² em Limeira/SP e consumo entre 0,02 m³/m² e 0,28 m³/m² em Passo Fundo/RS. Em relação ao consumo de água em outros países foram encontrados valores como a média diária de 3,23 litros/pessoa/dia para trabalhadores em canteiros de obras na Flórida/EUA, 20,1 m³/m² de água incorporada na Austrália, 20,8 m³/m² de água virtual em Teerã/Irã. As autoras ressaltam que, tendo em vista a pertinência do tema, o conhecimento dos valores indicativos do consumo de água em canteiros de obra da presente revisão podem servir de referência para empresas e profissionais do ramo da construção, bem como contribuir para a abordagem do assunto no Brasil. Por meio deste estudo pretende-se possibilitar comparar o consumo de água em canteiros de obra com estudos semelhantes da literatura, contribuindo para a promoção da sustentabilidade no uso da água e melhoria de desempenho nos processos construtivos. Fatores como questões climáticas, consumo direto e indireto da água e técnicas construtivas não foram aprofundados, o que é uma limitação desta pesquisa, denotando uma oportunidade para futuros estudos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [423090/2021-6] e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina-FAPESC [2023TR334].

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso (ISO 14.001).** 2015.

ADORNA, Diego da Luz; MAZUTTI, Júlia Hein. **Gestão de Obra**. Porto Alegre, RS: Grupo A Educação S.A., 2019.

ALBERTINI, Felipe; GOMES, Luciana Paulo, GRONDONA, Atílio Efrain Bica; CAETANO, Marcelo Oliveira. **Assessment of environmental performance in building construction sites: Data envelopment analysis and Tobit model approach.** Journal of Building Engineering. 2021.

ARAUJO, Viviane Miranda. **Práticas Recomendadas para Gestão Mais Sustentável de Canteiros de Obras.** 2009. Dissertarção (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP – 2009.

ATHAPATHTHU, Kushani Ishara; KARUNASENA, Gayani. **Framework for sustainable construction practices in Sri Lanka.** Built Environment Project and Asset Management - Vol. 8 No. 1, 2017 - pp. 51-63 © Emerald Publishing Limited 2044-124X.

BARDHAN, S. **Assessment of water resource consumption in building construction in India. Ecosystems and Sustainable Development VIII.** v.144, p. 93-102. 2011.

BATHRINATH, S.; MOHAN, S.; KOPPIAHRAJ, K.; BHALAJI, R.K.A; SANTHI, B. **Analysis of factors affecting sustainable performance in construction sites using fuzzy AHP-WASPAS methods**. Materials Today: Proceedings. 2022.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho da Construção Civil em 2022 e perspectivas para 2023.** 2022. Disponível em: <(Microsoft PowerPoint - PANORAMA CONSTRU\307\303O - DEZ 2022- FINAL) (cbic.org.br)> Acesso em: 12/05/2023.

ELSEVIER. Researsh Platforms. 2023. Disponível em: <Plataformas de pesquisa | Scopus | ScienceDirect | Mendeley (elsevier.com)> Acesso em: 08/06/2023.

GARG, Rajeev; KUMAR, Akhilesh; PANKAJ; KAMAL, Mohammad Arif. **Determining Water Footprint of Buildings During Construction Phase: An Activity-based Approach.** Civil Engineering and Architecture. Volume 11. 2023. DOI: 10.13189/cea.2023.110218.

HARIHARAN, Jeanette *et al*. **Benchmarking Drinking Water Consumption during Construction Phase.** Construction Research Congress 2022. American Society of Civil Engineers. Flórida, EUA – 2022.

HERAVI, Gholamreza; ABDOLVAND, Mohammad Mehdi. **Assessment of water1 consumption during production of material and construction phases of residential building projects.** Sustainable Cities and Society. 2019.

MARQUES, Cristian Teixeira; GOMES, Bárbara Maria Fritzen; BRANDLI, Luciana Londero. **Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade.** - v. 17, n.4 - Porto Alegre, RS: Revista Ambiente Construido. 2017.

MATEUS, Ricardo Filipe Mesquita da Silva. **Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis.** 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho Campus de Gualtar. Braga, Portugal – 2009.

MASUERO, Angela Borges. **Desafio da Construção Civil: crescimento com sustentabilidade ambiental.** Matéria (Rio de Janeiro), 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/GDN9wNDzpwYVRntQYk73z7S/?lang=pt> Acesso em: 26/04/2023.

MCCORMACK, Michael; TRELOAR, Graham J.; PALMOWKI, Laurence; CRAWFORD, Robert. **Modelling direct and indirect water requirements of construction.** Building Research & Information. -v. 35, n.2, p.156-162- 2007.

MEC, Ministério da Educação. Acervo Científico da Capes. 2023. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/portal-de-periodicos > Acesso em: 10/07/2023.

NASCIMENTO, Priscila do; JESUS, Luciana Aparecida Netto de. **Avaliação da sustentabilidade em canteiros de obras: um estudo na Grande Vitória - ES.** Revista de Engenharia Civil IMED. 2016.

OLIVEIRA, J. A. C.; SPOSTO, R. M.; BLUMENSCHEIN, R. N. **Ferramenta para avaliação da sustentabilidade ambiental na fase de execução de edifícios no Distrito Federal.** GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Ano 7, no 2, abr-jun/2012, p. 11-21. Brasília, DF – 2012.

PASSARELO, Regiane Grigoli. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores.** Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia. São Paulo, SP, 2008.

SANTOS, Camilla Pires dos; SILVA, Simone Rosa da; CERQUEIRA, Cezar Augusto. **Water Consumption in Construction Sites in the City of Recife/PE.** - v.20, n.7 - Electronic Journal of Government and Economics (EJGE). 2015.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Construção Civil.** 2021. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/e-ai-vamos-falar-dos-pequenos-negocios-na-construcao-civil,367882f83cfe8710VgnVCM100000d701210aRCRD#construcao-civil> Acesso em: 06/10/2022.

SCIELO, Scientific Electronic Library Online. **Sobre o site.** Disponível em: < https://scielo.pt/> Acesso em: 10/07/2023.

ZEULE, Ludimilla de Oliveira; SERRA, Sheyla Mara Baptista; TEIXEIRA, José Manuel Cardoso. **Best practices for the rational use of water in construction sites in Brazil.** Environmental Quality Management, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 73-85, jun. 2020. Wiley Periodicals, Inc.

ZUTSHI, Ambika; CREED, Andrew. An international review of environmental initiatives in the construction sector. **Journal of Cleaner Production**, [S.L.], v. 98, p. 92-106, jul. 2015. Elsevier BV.