

Case Study: Use of artesian wells as a source of supply for the construction of high-pattern single-family houses in horizontal condominiums.

Santos, D. M.¹; Viana, W.J.R.²

Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Roriz, P. J. M.³

Professor Me, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ dansky123@hotmail.com; ² eng.civilwashingtonjunio@gmail.com; ³ paulororiz@pucgoias.edu.br;

RESUMO: O estudo do uso da água captada por poços artesianos como uma alternativa, no lugar de Concessionárias de abastecimento, tem grande importância, em face da atual falta de gestão dos recursos naturais. Por sua vez, faltam estudos aprofundados sobre o uso dos mesmos, quando exclusivamente voltados às obras de construção. O presente trabalho revisou, na literatura de engenharia, a viabilização técnica e econômica da construção de poços artesianos, para o abastecimento de construções de casas unifamiliares, como se fosse um incentivo ao uso de poços tubulares no abastecimento de canteiros de obras. O estudo realizado buscou os conceitos envolvidos na Engenharia (Quantificação da Construção, Dimensionamento do Poço, Cálculo dos Níveis, Dimensionamento da Bomba Ideal e Orçamento Prévio), para estudar dois poços artesianos em Goiânia. Os resultados obtidos indicaram que a utilização dos poços artesianos é uma alternativa para auxiliar nas construções civis. Além disso, apresentam aspectos que necessitam de monitoramento, sob a responsabilidade e os cuidados de profissionais da Engenharia.

Palavras-chaves: Poços Artesianos, Concessionárias, Construção, Recursos naturais.

ABSTRACT: The study of the use of water, collected from artesian wells, as an alternative to supply the places where no concessionaires are present, is of great importance, in terms of the current lack of natural resource management. On the other hand, today we live with the lack of in-depth studies on its use, exclusively directed to construction works. The present work has reviewed in the literature concerned to engineering, the technical and economic feasibility of constructing artesian wells, to supply single-family houses, as if it were an incentive for the use of tubular wells to supply construction sites. The carried out study looked for the concepts involved in Engineering (Building Quantification, Well Sizing, Level Calculation, Ideal Pump Sizing and Preliminary Budget), to study two artesian wells in Goiânia. The obtained results indicated that the use of artesian wells is an alternative to assist in civil construction. In addition, they present aspects that need monitoring, under the responsibility and care of engineering professionals.

Keywords: Artesian Wells, Concessionaires, Construction, Natural Resources.

Áreas de Concentração: 01 – Construção Civil, 02 – Engenharia Hidráulica, 03 – Saneamento e Meio Ambiente, 04 – Tecnologias Ambientais.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural muito importante para a vida, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social pois, sem ela, não haveria vida na terra. A água é um dos recursos mais preciosos do nosso planeta e

apenas 2,5% das águas são doces; dessas, 69% estão concentradas nas geleiras, 30% são águas subterrâneas e 1% encontra-se nos rios. Esse elemento é essencial para a sobrevivência humana e sua utilização é insubstituível (ANA, 2018).

Segundo Sousa et. al (2016), os episódios frequentes da falta de água para o consumo humano, em diferentes

regiões do Brasil, de forma enfática, têm provocado frequentes discussões referentes aos problemas do consumo de água e, conseqüentemente, de sua gestão nas cidades, em um período de políticas públicas, em que promovem grandes incentivos para a construção e para o desenvolvimento das áreas urbanas.

O incentivo à utilização de poços artesianos tem-se mostrado indispensável, para se conseguir o acesso universal à água potável, sendo de extrema importância para regiões áridas, onde não haja redes hídricas, ou em casos em que o acesso à rede pública não seja possível, ou não esteja sendo satisfatório (FIESP, 2005).

O estudo do uso da água captada por poços artesianos, como uma alternativa viável, no lugar de Concessionárias de abastecimento, tem grande utilidade, em vista da atual falta da gestão de recursos naturais, sendo este um estudo cada vez mais importante, na aplicação da construção civil (CARVALHO, 2017).

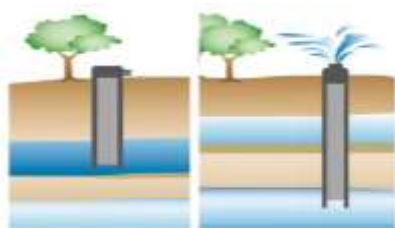
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Características dos poços artesianos

Os aquíferos subterrâneos são reabastecidos por meio da infiltração da água da chuva no solo, sendo que este tipo de fonte de abastecimento é o mais puro e hábil a garantir uma excelente qualidade da água profunda, conforme ressalta Feriani (2021). Por isso, em locais de infiltração que, geralmente, costumam ser em serras, morros e lugares mais altos, não é recomendado, segundo a autora, permitir certas ações humanas como desmatamento, instalação de atividades potencialmente poluidoras ou o uso incorreto do solo.

Perfurarte (2020) menciona que um poço tubular profundo é classificado como “semi-artesiano”, pois necessita instalar um conjunto bomba, para bombear a água, após a perfuração. Os poços semi-artesianos costumam ter entre 20 e 60 metros de profundidade. Poços artesianos, ou poços de jorro, são aqueles que, uma vez perfurados, têm pressão de água suficiente para subir à superfície, razão pela qual ela flui para fora do poço, de forma natural. No entanto, poços artesianos jorrantes são extremamente raros. A maioria dos poços profundos requer uma unidade de bomba, para coletar água.

Figura 1 – Poço artesiano: profundidade média e ideal



Fonte: Perfurarte (2020)

2.2 Caracterização da água subterrânea

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2018), na perfuração de poços, o uso das águas subterrâneas não é isento de riscos, então, deve-se observar quando:

- Tendo em vista a complexidade hidrogeológica do ambiente, a vazão de água esperada não for obtida;
- Houver problemas de qualidade da água causados pelas atividades do entorno (esgoto, tratamento de resíduos sólidos, armazenamento de produtos e combustíveis etc.) ou pelas características naturais das rochas que contaminam o poço;
- A super exploração de aquíferos ou a operação de poços próximos, interferir no fluxo subterrâneo, resultando em declínio de produção ou perda do poço;
- O poço não puder ser perfurado devido a restrições legais, que poderão justificar o seu fechamento.

2.3 Fornecimento de água pelo poço

Segundo esclarece Feriani (2021), as informações disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente, registram que, de toda a água doce disponível para o consumo humano, consideráveis 96% encontram-se em mananciais subterrâneos. Para se ter acesso a um aquífero, na grande maioria das vezes, exige-se a perfuração de poços artesianos. A autora ainda lembra que no Manual de Águas Subterrâneas, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente, consta que “as águas subterrâneas são aquelas que se encontram sob a superfície da Terra, preenchendo os espaços vazios existentes entre os grãos do solo, rochas e fissuras (rachaduras, quebras, descontinuidades e espaços vazios)”.

2.4 Influência da água no preparo do concreto

Segundo Paludo (2010), a água de nascente subterrânea é considerada uma das mais importantes reservas de abastecimento de água. Na maioria das vezes, devido ao processo natural de filtração do subsolo, essa água pode ser consumida sem tratamento.

Mendonça (2011) faz uma abordagem aprofundada sobre a qualidade da água que provém de poços artesianos. Em sua pesquisa, o autor coletou 53 amostras de água de poços artesianos, em diferentes regiões de Goiânia e Aparecida de Goiânia, e o autor analisou essas amostras conforme 15 parâmetros físico-

químicos, através do método PCA de Análise dos Componentes Principais.

No estudo proposto por Mendonça (2011), as amostras observadas foram divididas em Classes. Dessa forma, a Classe 1 representava as águas de maior qualidade por terem pH neutro e com outros valores dentro dos parâmetros legais. Na classe 2, eram consideradas as amostras com baixa qualidade, por possuírem bactérias, em sua análise. Na classe 3, foram também consideradas as amostras de água de baixa qualidade, por motivo de apresentarem, em sua análise, característica de sujeiras, ou seja, altos valores na coloração, turbidez e na quantidade total de ferro.

Figura 02 – Representação das Classes da qualidade da água por região de Goiânia e Mês.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Aparecida de Goiânia	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-	1
Jardim Goiás	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Centro	-	2	3	1	1	2	-	-	-	2	3	3
Setor Sul	-	-	1	3	1	2	-	2	-	-	-	1
Setor Bueno	1	2	2	1	1	2	-	-	3	2	-	1
Setor Oeste	1	-	1	2	-	2	-	2	-	2	1	2

1: classe 1; 2: classe 2; 3: classe 3; -: análise não efetuada.

Fonte: Mendonça (2011)

Tabela 01 – Relação dos locais de coleta do Setor Sul e Setor Centro e valores de 5 parâmetros físico-químicos da água de poços artesianos de Goiânia.

PRINCIPAIS PARÂMETROS OBSERVADOS					
REGIÕES	PH	COR Mg/L de Pt	ALCALINIDADE TOTAL Mg/L CaCO ₃	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS Mg/L	TURBIDEZ uT
SETOR SUL	6,00	19	29,00	27,0	4,850
SETOR SUL	5,15	115	23,00	131,0	31,00
SETOR SUL	6,71	5	17,00	12,0	0,700
SETOR SUL	5,80	0	15,00	43,0	0,840
SETOR SUL	4,85	5	7,00	14,0	1,380
SETOR SUL	7,25	3	59,00	58,0	1,150
MÉDIA	5,96	24,5	25,00	47,50	6,65
CENTRO	5,13	6	0,00	112,0	2,42
CENTRO	7,00	19	104,00	93,0	1,98
CENTRO	6,46	12	33,00	52,0	4,67
CENTRO	7,67	0	40,00	36,0	0,20
CENTRO	5,20	5	9,00	13,0	1,40
CENTRO	4,67	63	5,00	79,0	10,50
CENTRO	6,53	2	80,00	156,0	0,82
CENTRO	6,55	125	80,00	178,0	23,50
MÉDIA	6,18	34,5	41,17	85,67	6,85

Fonte: Mendonça (2011)

Através da pesquisa de Mendonça (2011), é possível conhecer a qualidade dos poços artesianos, nas regiões de Goiânia e Aparecida de Goiânia, com a utilização do método PCA. As águas que provêm de poços artesianos podem apresentar características diferentes, assim como apresentado pelo autor, sendo que, para o seu uso na construção civil, é fundamental o entendimento das características da água que será utilizada, na confecção de concreto e argamassa.

A NBR 15900-1/2009 especifica os requisitos para a água ser considerada adequada, para o preparo de concreto, enquanto descreve os métodos de ensaio das amostras e os parâmetros de avaliação da qualidade.

A NBR 15900-1/2009 menciona que as águas que provêm de fontes subterrâneas podem ser adequadas para o uso em concretos, porém, devem ser previamente ensaiadas, e os ensaios devem conter os parâmetros de;

- PH;
- Coloração;
- Alcalinidade total;
- Sólidos Dissolvidos.

Segundo Borja (2017), a composição química e as impurezas presentes na água de amassamento devem estar no padrão de potabilidade, não contendo materiais em suspensão, impurezas químicas, resíduos industriais como, por exemplo, açúcares que podem retardar ou até mesmo impedir a pega do concreto. Segundo o autor, as grandes alterações causadas por resíduos da água podem estar dissolvidas em seu aspecto físico aparente.

Borja (2017) acrescenta que as substâncias que estão dissolvidas na água podem apresentar resultados no concreto, como, por exemplo, em sua resistência à compressão, no tempo de pega, em patologias futuras nas obras, tais como trincas e eflorescências, corrosão das armaduras e ataque à microestrutura do concreto.

2.5 Legislação das águas

Segundo o site da Prefeitura de Goiânia (2019), a Instrução Normativa Nº 061 da AMMA - Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia, de 08 de agosto de 2019, afirma que as águas superficiais ou subterrâneas são constitucionalmente definidas como bens do Estado e da União e que o Estado vem exercendo o controle do uso da água que corre nos limites deste Município.

Segundo a lei federal 9.433/97, que Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, os poços artesianos fazem parte da Política Nacional de Recursos Hídricos. Essa lei determina que, perfurar ou operar poços artesianos, sem as devidas autorizações dos órgãos e entidades competentes, é uma infração, bem como desobedecer às normas legais e regulamentaras.

Outra lei federal que se aplica ao tema é a de nº 9.605/98, que trata das consequências previstas para a realização de atividades prejudiciais ao meio ambiente. Os poços construídos sem autorização, por exemplo, podem ser considerados crimes ambientais, segundo a citada lei. As consequências variam de advertência, multa, interdição e pena de detenção, de um a seis meses.

2.6 Água na obra

Apesar do seu grande uso na construção civil, de maneira geral, a água não é vista e nem tratada como material de construção, passa como um insumo indireto, de consumo específico.

▪ Consumo humano;

Na regulamentação do Ministério do Trabalho e Emprego, a NR-18 trata das condições de trabalho na Construção Civil e, na lista dos itens básicos que utilizam água, em canteiros de obras, a quantidade de água consumida pelos trabalhadores da construção deve ser somada ao consumo nas produções e misturas usadas, para realizar as tarefas nas construções.

▪ Consumo na produção do Concreto;

Na produção do concreto, tanto na obra quanto em usinas industriais, o fator água-cimento é determinante. Quanto maior a relação água/cimento, menor será a resistência do concreto à compressão. Em vista disso, na execução de um traço de concreto ou na produção de argamassas, o controle do consumo de água é de extrema importância.

As argamassas, assim como os concretos, podem ser industrializadas ou fabricadas diretamente na obra. Na sua produção, o consumo de água torna-se bastante representativo, pois tanto a argamassa industrializada quanto a feita *in-loco*, necessitam de água em grandes volumes.

Figura 03 – Consumo de água na produção de concreto



Fonte: Where (2019)

▪ Consumo na cura do Concreto;

A cura do concreto é um processo para melhorar o seu desempenho, em busca de uma maior durabilidade e resistência. Ao manter sua umidade alta, por até 7 dias, evita-se que os processos químicos que ocorrem no mesmo o levem a apresentar fissuras ou outros problemas (REGANATI, 2019).

Figura 04 – Consumo de água no processo de cura do concreto



Fonte: Reganati (2019)

▪ Consumo na Limpeza;

É importante, também, considerar o uso da água consumida, na limpeza dos ambientes de convivência e da própria obra, para tornar o lugar mais asseado e sem insalubridades (METAX, 2019).

Figura 05 – Limpeza pós-obra é fundamental



Fonte: Metax (2019)

2.7 Quantificação do consumo de água na obra

Em sua pesquisa, Pessarello (2008) cita a necessidade de água na construção e considera que a água seja um elemento essencial e indispensável, para realizar certas tarefas de construção e para o consumo humano. O aproveitamento da água, na construção civil, vai além das necessidades fisiológicas dos operários e se avoluma, principalmente, na realização de atividades, para a execução de serviços e, como tal, é contextualizada como essencial às obras.

Ao se fabricar o concreto na obra, a água é adicionada aos agregados, junto com o cimento e os aditivos, e sua dosagem está diretamente relacionada à relação água/aglomerantes, que afeta a resistência à compressão do concreto, de acordo com a Engenharia de Produção Civil (2004).

Na fabricação das argamassas, ocorre o mesmo que para o concreto, elas apresentam alterações em sua resistência, trabalhabilidade e aderência, se houver alteração na dosagem da água (PESSARELO, 2008).

Na pintura, pode-se utilizar tintas diluídas em água, como a tinta Látex (PESSARELO, 2008).

A água, também, é utilizada na limpeza de ferramentas, superfícies, pneus de veículos, caminhões betoneiras, entre outros. Essa etapa de uso da água é necessária, em todos os processos, do início ao fim da execução da construção e, quando não realizada, os resíduos podem danificar as ferramentas, equipamentos e manchar ou danificar as superfícies (PESSARELO, 2008).

Na confecção do concreto, a água é utilizada junto com o agregado, o cimento e os aditivos, e a quantidade de água está diretamente relacionada à relação água/aglomerante, que afeta a resistência à compressão (CARVALHO, 2017).

Tabela 02 - Consumo da água na confecção de concretos dosados na obra

fck (Mpa)	Fator água/cimento	Cimento kg/m ³	Água l/m ³
10	0,88	241	212,08
15	0,79	280	221,2
18	0,68	305	207,4

Fonte: Carvalho (2017)

Tabela 03 - Para fabricação da argamassa tipo usinado é utilizado a seguinte dosagem

USOS	MARCA	EMBALA GEM (KG)	QUANT. DE ÁGUA RECOMENDADA	LITROS DE ÁGUA (L/KG)
Assentar blocos	Q	20	3,0 a 3,4 litros	0,17
Assentar cerâmicas	Q	20	4,6 litros variação +/- 5%	0,23
Emboço	Q	30	3,0 e 3,4 litros	0,11
Reboco	Q	20	5,2 litros variação +/- 5%	0,26
Reboco	Q	50	7,2 a 7,6 litros	0,15

Fonte: Carvalho (2017).

Conforme Carvalho (2017), menciona, ocorre o aumento da temperatura interna, por motivo do alto calor entre as partículas pela sua proximidade (tendo resultado na velocidade da hidratação do cimento). Por meio disso é fundamental a utilização da cura do concreto nas etapas construtivas.

Tabela 04 - Consumo de água na cura do concreto:

TIPO	Espessura (cm)	Água (l/m ²)
Molhagem de tecidos	2	0,2
Lâmina de água	5	0,5

Fonte: Pessarello (2008)

O consumo da água, nos testes de impermeabilização, depende das dimensões dos elementos que estão sendo testados.

Na pintura com tinta látex, normalmente, são dosados 20% de água diluída para cada litro da tinta.

Tabela 05 - Consumo da água na pintura tinta látex.

Tipo de látex	Nº de demãos	Tinta (l/m ²)	Água (l/m ²)
Látex PVA	2	0,17	0,03
Látex Acrílica	5	0,17	0,03

Fonte: Carvalho (2017).

O consumo da água para as etapas de limpeza, considera a limpeza de ferramentas e áreas, após a finalização de cada etapa de serviço.

2.8 Estudo do consumo de água em residência unifamiliar

Nosso estudo do consumo de água na obra será feito através de dimensionamentos que, normalmente, são utilizados na engenharia civil.

Carvalho (2017) apresenta um modelo para o estudo da mão de obra, que é adaptado para a análise do consumo de água, trazendo uma visão qualitativa e quantitativa do assunto. De acordo com o autor, são analisados o consumo de água e os fatores que podem afetar o consumo mensal.

A aplicação do método consiste na coleta de dados do canteiro de obras, para serem estudados. Para tanto, por meio de contas de água, registros de obras e outros documentos, é analisada a situação do consumo de água do canteiro de obras.

Através dos dados analisados, pode-se verificar o pico de consumo da construção, onde as atividades consomem mais água.

De uma forma mais resumida, Carvalho (2017), apresenta as etapas para estudo do consumo de água em obras, que são caracterizadas como;

- Quantificação da demanda de água;
- Levantamento dos dados da obra e quantidade de colaboradores na obra;
- Informações do diário da obra;
- Organização dos dados coletados;
- Análise dos dados, sendo necessário relacioná-las, para explicar as situações;

No aspecto de consumo da água do poço artesiano, para abastecimento da construção, aquele autor considera o consumo da energia como um fator de avaliação da viabilidade de sua instalação, para utilização na execução de serviços.

1) **Gasto com água, nas etapas construtivas diariamente;**

a. Movimentação de Terra;

- Gasto direto: Abatimento de poeira, lava-rodas.
- Gasto indireto: Cimento.

b. Fundação;

- Gasto direto: Cura de concreto, água de tirante, preparo de lama betonítica.
- Gasto indireto: Concreto usinado (ou cimento + areia + brita), aço.

c. Estrutura;

- Gasto direto: Cura de concreto, umedecimento e limpeza de formas.
- Gasto indireto: Concreto usinado (ou cimento + areia + brita), aço, bloco estrutural, laje pré-moldada, tela nervurada.

d. Vedação;

- Gasto direto: Preparo de argamassas.
- Gasto indireto: Cimento, argamassa, blocos.

e. Instalações;

- Gasto direto: Testes de estanqueidade.
- Gasto indireto: Tubos de PVC, peças sanitárias.

f. Pavimentação e infraestrutura;

- Gasto direto: Abatimento de poeira.
- Gasto indireto: Concreto (ou cimento + areia + brita), asfalto.

g. Revestimento (Interno e Externo);

- Gasto direto: Preparo de argamassas, lavagem de pinceis, preparo de gesso.
- Gasto indireto: Tintas, gesso, argamassa.

h. Cobertura;

- Gasto direto: Preparo de argamassas, limpezas, testes de carga/estanqueidade.
- Gasto indireto: Telhas, cimento, armação metálica.

i. Todas.

- Gasto direto: Limpeza
- Gasto indireto: - Usos sanitários.

2) **Sistema de Bombeamento;**

No aspecto de dimensionamento de um sistema de bombeamento, Carvalho (2017) afirma que se deve dimensionar um conjunto motor-bomba como um elemento central do sistema, para retirada da água do poço artesiano.

Segundo Dimensionar (2020), existem vários tipos de bombas d'água usados para sucção em poços, sendo as principais as elétricas e as movidas à diesel. O autor afirma que, para se fazer a melhor escolha que garanta o exato bombeamento e o volume de água desejado, é necessário calcular e selecionar a melhor bomba para o conjunto.

3) **Cálculo da perda de carga;**

Em um sistema real de distribuição de água, as perdas de carga são previstas e dimensionadas, pois são perdas pelo atrito da água à superfície da tubulação e das conexões, devido à viscosidade do fluido, Souza (2015).

Em sua pesquisa, Carvalho (2017) menciona que é pertinente o cálculo das perdas de carga, para se prever a potência do motor, que é fundamental para a definição no conjunto motor-bomba.

- Perda de carga distribuída: É utilizada para esse dimensionamento a equação universal, prevendo o tipo de tubo, o comprimento e o diâmetro interno que serão utilizados (Carvalho, 2017).
- Perda de carga localizada: São consideradas, no cálculo das perdas localizadas, as conexões que serão utilizadas, ao longo do sistema de bombeamento da água do poço.

Na pesquisa de Carvalho (2017), foi utilizada a seguinte fórmula:

$$H_f = 10,65 \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87} C^{1,85}} L \quad (1)$$

Em que;

H_f – Perda de carga total;
 L – Comprimento total da tubulação;
 C – Valores do Coeficiente C de Hazen-Willians;
 D – Diâmetro da tubulação;
 Q – Vazão.

A vazão é fundamental para o cálculo da perda de carga, conforme diz (Carvalho, 2017). É utilizada, então, a equação da continuidade, que relaciona a velocidade de escoamento laminar de um fluido com a área disponível para a passagem do fluido, e quando o escoamento sofre uma redução de área, ela apresenta um aumento de velocidade (Pires, 2019).

$$Q = A \cdot V \quad (2)$$

Em que;

A – Área da seção interna da tubulação;
 V – Velocidade de escoamento.
 Q – Vazão.

Assim como apresentada na NBR 5626:2020, para se obter um ótimo dimensionamento, é fundamental dimensionar o diâmetro de acordo com o Q_{\max} (Vazão máxima do sistema), em função do DN - Diâmetro Nominais e, nesse caso, a vazão mínima do sistema deve ser de 3,0 M³/h.

4) Dimensionamento da potência da bomba:

Para obter a potência da bomba, é necessário fazer o cálculo da Altura manométrica, que é a soma da diferença de níveis, somando-se as perdas de cargas totais do sistema (Carvalho, 2017).

É utilizada, então, a seguinte equação;

$$H_m = H_s + H_r + H_f + \left(\frac{V^2}{2g}\right) \quad (3)$$

Em que;

H_m – altura manométrica;
 H_s – altura de sucção;
 H_r – altura de recalque;
 H_f – perda de carga total;
 $V^2/2g$ – altura representativa da velocidade, em metro, na saída da bomba.

Com o dimensionamento da H_m (Altura manométrica) do sistema, então é feito o cálculo da Potência necessária que a bomba deve ter, para atender ao sistema (CARVALHO, 2017).

$$P = \frac{YQH_m}{75\eta} \quad (4)$$

Em que;

P – Potência da bomba em CV ou Hp;
 Y - Peso específico do líquido em estudo (água 1000 Kgf/m³);
 η - Rendimento do sistema do conjunto motor bomba (%).

3 METODOLOGIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso II previu a realização de um estudo de caso sobre o tema e a análise dos resultados obtidos em campo, usando um poço artesiano para abastecer o canteiro de obra de uma casa unifamiliar de alto padrão, permitindo estudar as condições de viabilidade técnica e econômica de seu uso alternativo.

3.1 Dados do poço e informações do local

Realizou-se a pesquisa através da coleta de dados em livros, artigos e outros, que são específicos dos locais de estudo, para entendimento e dimensionamento de poços artesanais futuros. Em função de um dimensionamento ideal, foi necessário fazer o estudo aprofundado sobre o tema, que abrangeu as águas subterrâneas. O entendimento das águas subterrâneas, na sua classificação teórica e de mercado, foi útil para os cálculos teóricos apresentados neste trabalho. Ambos os poços possuem outorga.

3.2 Localização e áreas de influências

No município de Goiânia-GO, local de estudo, abrange uma área de 728,84 km², que possui uma geografia contínua, com poucos morros. Em sua característica Geológica e Hidrográfica, Goiânia possui um relevo composto por planaltos, que apresenta características de um território aplainado, localizado em uma região que há 22 sub-bacias hidrográficas, que deságuam nos ribeirões Anicuns, Dourados e João Leite.

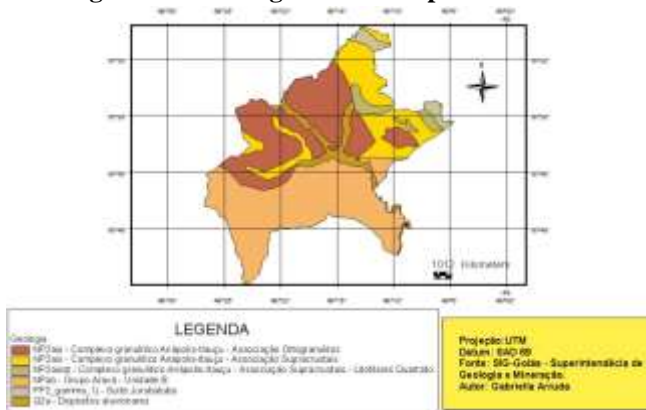
A região de Goiânia apresenta áreas que influenciam o abastecimento do lençol freático, assim, por motivos de apresentar uma boa hidrografia, ela também apresenta regiões com áreas de vegetações preservadas.

Figura 06 – Bacia Hidrográfica de Goiânia



Fonte: Santos et. al (2017)

Figura 07 – Geologia do Município de Goiânia



Fonte: SIG-Goiás (2010)

No trabalho em questão, foram analisadas duas casas em construção (A) e (B), no município de Goiânia-GO.

A Construção de (A) fica localizada no Centro de Goiânia, enquanto a Construção (B) fica localizada na Região Sudeste da cidade.

Com as informações obtidas sobre os locais de estudo e das áreas de influências do lençol freático, foi necessário fazer um levantamento de dados do consumo da água, nas diferentes etapas construtivas de uma obra, com dados reais e fornecidos pelas normas, para entendimento do consumo ideal para a construção civil. O levantamento do consumo de água levou em consideração as etapas que iniciavam na movimentação de Terra, até a Finalização e Limpeza dos materiais, para a entrega da obra concluída. Esse levantamento foi realizado em duas construções unifamiliares, de padrão alto, localizadas em Goiânia, Goiás.

O consumo de água das obras citadas foi dimensionado levantando-se as quantidades de materiais, serviços e multiplicando-se pelos valores das tabelas dos itens 2.6, de acordo com as características de cada obra.

Coleta do consumo de água total;

$$C_t = f(t) = k_1 \times F_1 + \dots + k_n \times F_n + F^* \times X_1 + \dots + f^* \times X_m \quad (1)$$

Onde:

C_t – consumo relativo ao dia “t”

$f(t)$ – curva de aprendizado sob as condições de referência

k_i – parcelas aditivas dos fatores qualitativos F_i

F_1, F_2, \dots, F_n – fatores qualitativos (ausência = 0; presença = 1)

$F^* \times X_j$ – função tendo como variável o fator quantitativo X_j

X_1, X_2, \dots, X_n – fatores quantitativos (carecem de medição)

3.3 O dimensionamento do poço artesiano ideal

Para um dimensionamento ideal de um poço, é fundamental utilizar fórmulas para dimensionar a bomba que será utilizada. Então, foi feito o levantamento de informações de dois poços artesianos, o Poço (A), com profundidade de 16 metros e diâmetro de 6” (152,4 mm), e também o Poço (B), com profundidade de 120 metros e diâmetro do furo de 6” (152,4 mm).

Foram utilizados dados desses poços, nas pesquisas para se gerar um poço ideal.

Para a projeção de um conjunto motor-bomba para o poço, foram feitos os seguintes cálculos:

$$H_f = 10,65 \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87} C^{1,85}} L \quad (1)$$

Em que;

H_f – Perda de carga total;

L – Comprimento total da tubulação;

C – Valores do Coeficiente C de Hazen-Williams;

D – Diâmetro da tubulação;

Q – Vazão (m³/h)

No cálculo da vazão, foi utilizada a fórmula da continuidade, que tem como influência a velocidade de escoamento do fluido e a área disponível para o fluir do líquido.

$$Q = A \cdot V \quad (2)$$

Em que;

A – Área da seção interna da tubulação;

V – Velocidade de escoamento.

No dimensionamento da Bomba, foi utilizada a equação da altura manométrica.

$$H_m = H_s + H_r + H_f + \left(\frac{V^2}{2g}\right) \quad (3)$$

Em que;

H_m – altura manométrica;

H_s – altura de sucção;

H_r – altura de recalque;

H_f – perda de carga total;

V²/2g – altura representativa da velocidade, em metro, na saída da bomba.

A potência do conjunto motor-bomba foi calculada através da seguinte equação.

$$P = \frac{\gamma Q H_m}{75 \eta} \quad (4)$$

Em que;

P – Potência da bomba em CV ou Hp;

γ - Peso específico do líquido em estudo (água 1000 Kgf/m³);

η - Rendimento do sistema do conjunto motor bomba (%).

3.4 Viabilidade técnica

Para análise da utilização do poço como alternativa, foram estudados 2 (dois) poços artesianos, em seus aspectos teóricos. Sendo assim, o projeto se propôs a estudar a utilização do poço artesiano durante as etapas construtivas e após a obra concluída, como uma alternativa de abastecimento em condomínios fechados. Dessa maneira, a viabilidade técnica aqui apresentada, explicita o uso do poço artesiano em obras, comparando as definições teóricas pesquisadas e estudadas, a fim de compreender e assimilar os dois poços que foram analisados, os quais apresentaram eficiência, ao serem utilizados em obras, no aspecto de abastecimento nas etapas construtivas e para uso doméstico, após a conclusão da obra.

3.5 Qualidade do concreto

Para análise da qualidade da água, foi observado estabelecido em estudos que apresentavam informações dos requisitos mínimos para a confecção de concreto. Assim, conforme o especificado pela Norma da ABNT NM 137/97 que trata dos parâmetros da água a ser empregada na produção de concreto e a VMP 518 que apresenta os padrões da qualidade da água, é

fundamental que a água esteja coerente com os requisitos da qualidade. De acordo com a Norma da ABNT NM 137/97 a água para amassamento e cura da argamassa e do concreto à base de cimento Portland, devem respeitar os requisitos químicos, assim:

- O pH deve estar compreendido entre 5,5 e 9,0.
- Os sólidos totais devem permanecer abaixo de 5000*10⁻⁶ g/cm³
- O teor máximo de ferro não deve passar de 1,0*10⁻⁶ g/cm³

3.6 Projeto Futuro

Em função de permanecer com o poço artesiano em funcionamento, foi prevista e planejada a utilização do poço artesiano como um abastecedor que fornece água a locais que oferecem o próprio reabastecimento do lençol freático;

- Irrigação

A irrigação possibilita que locais sem depósito natural de água tenham plantações, traz água de qualidade para qualquer tipo de cultivo e funciona para diversos tipos de irrigação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dificuldade em encontrar água subterrânea

Com os estudos feitos nesse trabalho, percebeu-se que vários autores também têm dificuldades em encontrar uma fonte de água subterrânea abundante e que atenda aos requisitos de projeto. Normalmente, é identificada a área que possui essa fonte e, então, perfurado o poço, podendo ele atingir ou não o ponto onde a água está localizada.

Com o passar do tempo, descobriu-se que existem alguns métodos primitivos de se encontrar água subterrânea, um dos mais usados, famosos e polêmicos é o da radiestesia, que consiste em utilizar-se uma forquilha de galho de goiabeira, para se detectar os campos magnéticos que emanam das águas em movimento, no interior da terra. Esse método, apesar de ser usado em muitos lugares do mundo, não apresenta comprovação científica e sua eficácia não é cem por cento garantida, podendo a forquilha indicar um lugar que, na verdade, não tem água e sim, algum outro material que interfere no campo magnético do solo.

4.2 Avaliação da Água encontrada

Vários fatores podem influenciar na qualidade da água subterrânea, por exemplo, se existe uma lavoura que trabalha com agrotóxicos, ou uma fazenda de gado, a água escorre e se infiltra na terra, quando muitas substâncias presentes nessa situação não são filtradas pela terra e acabam chegando até o lençol, causando a poluição da água ali presente.

É importante avaliar, antes de abrir um poço artesiano, a existência de possíveis fatores poluentes, presentes na região, que podem influenciar na qualidade e potabilidade da água.

Após o poço ter sido aberto, também é importante testar a água, através de algum método de ensaio. Neste trabalho, foi usado o método PCA (Análise de Componentes Principais), que avaliou a água em três Classes, sendo elas:

- **Classe 1:** representa as águas de maior qualidade por terem pH neutro e com outros valores dentro dos parâmetros legais.
- **Classe 2:** são consideradas as amostras com baixa qualidade, por possuírem em sua análise bactérias.
- **Classe 3:** foram também consideradas as águas de baixa qualidade, por motivo de apresentar em sua análise característica de sujeiras, ou seja, altos valores como, por exemplo, na coloração, na turbidez e no ferro total.

Ainda são estabelecidos parâmetros de qualidade para o uso da água, na produção de concreto, pela NBR 15900-1/2009, que menciona que as águas que vêm de fontes subterrâneas podem ser adequadas para uso na produção do concreto, porém, devem ser ensaiadas e esses ensaios devem conter os parâmetros como: PH, coloração, alcalinidade total e sólidos dissolvidos. A norma mostra que, apesar dessas águas serem filtradas pelo solo, em algumas regiões, podem não ser boas o suficiente para o uso residencial, quanto ao concreto e a outras atividades.

4.3 Demanda de água

No poço (A), foi demandada a água desse poço para as etapas de movimentação de terra, necessária para o abatimento da poeira, na fundação e nas vigas baldrames, no preparo da lama betonítica, no levantamento das alvenarias, nos testes de

impermeabilização da laje e pôr fim à limpeza dos materiais e equipamentos.

No poço (B), foi utilizada a sua água nas etapas construtivas de levantamento de alvenaria, fabricação de concreto e argamassa, limpeza das ferramentas, rebocos e contrapisos, e será usada, também, após a obra concluída, para abastecer a casa.

4.4 Uso da água na obra

Foram perfurados 2 (dois) poços artesanais em que são caracterizados com Poço (A) e o Poço (B), os respectivos poços artesanais foram perfurados em regiões diferentes para estudos e análise. A utilização dos poços foi destinada para as construções de residências unifamiliares de padrão alto. A destinação da água subterrânea para o abastecimento da obra foi analisada em seus aspectos de influência do nível do poço, dados específicos dos poços, a demanda de água se é suficiente para abastecimento das etapas construtivas, o dimensionamento do conjunto motor-bomba e a qualidade das águas fornecidas dos dois poços de estudos.

4.5 Reabastecimento do lençol

Grande parte das águas subterrâneas são provenientes das águas das chuvas, de rios e dos lagos próximos, em que as águas infiltram no solo constituindo-se o chamado lençol freático, assim como definição, foi apresentado na pesquisa grandes áreas que influenciam o lençol freático à obtenção de grande quantidade de água armazenada. O poço (B) em estudo apresenta grande área com cobertura vegetal, que auxilia na permanência da água sobre a superfície e que resulta na diminuição de águas evaporadas e aumentando da quantidade de águas infiltradas para abastecimento do lençol freático, o poço (A) apresenta proximidade ao Córrego Cascavel, o que aumenta também as chances de se encontrar água subterrânea.

4.6 Uso racional da água

Para uma destinação correta é necessário planejamento de destinação e coletas de dados da demanda dos poços. Então os estudos dos dois poços tiveram o planejamento de analisar o local em termo das áreas que influenciam o lençol freático, nos aspectos de (o que pode prejudicar? e o que pode auxiliar?), dessa forma,

foi feito os estudos para destinação adequada das águas dos poços para cada etapa da obra.

4.7 Dados coletados dos estudos de caso

O dimensionamento do poço (A) tem a sua localidade no Centro de Goiânia, em que se apresentou uma vazão de 900 litros/hora, com uma perfuração de 16 metros de profundidade e o diâmetro da perfuração de 6” (15,24 cm). O plano de abastecimento utilizando o poço artesiano (A), foi com o objetivo da construção de uma nova área de lazer e limpeza dos materiais, utilizando o poço nas etapas da fundação até o levantamento das alvenarias e limpeza dos materiais e equipamentos. No poço (B) com a localização Sudoeste de Goiânia, apresentou uma vazão de 1.440,00 Litros/hora, diâmetro de 6” (15,24cm), para abastecimento em todas as etapas construtivas do empreendimento. Em termo de documentação e autorização, foram inclusos nos orçamentos das empresas que fizeram as perfurações.

Localização e áreas de influências – Poço A

1. Proximidade à foz do Córrego Cascavel;
2. Recebe águas do ribeirão Anicuns;
3. Próximo ao campo de futebol, que é uma área grande que tem, como característica, a possibilidade de filtrar a água da chuva para o solo.
4. Grandes áreas arborizadas.
5. Residência construída sobre uma antiga passagem de córrego “curso de água”, que faz conexão com a foz do Córrego Cascavel;
6. Na história do Setor em estudo, existia um pequeno lago, no local onde hoje está localizada uma praça.

Localização e áreas de influências – Poço B

1. Proximidade a campos de Golfe;
2. Região afastada dos grandes centros urbanos e cercado por áreas florestadas;
3. Próximo a campos de futebol;
4. Grandes áreas arborizadas.

Tabela 06 – Características dos poços

Nome	Profundidade(m)	Diâmetro(cm)	Vazão (L/h)
A	16	15,24	900
B	120	15,24	1440

Fonte: Estudos feitos em campo.

Tabela 07 – Características das casas

Obra	Unidade	A	Consumo (L)	B	Consumo (L)
Mov. de terra	M ²	40	8,00	0	0
Fundação	M ³	3	622,20	52	10400
Estrutura	M ³	5,4	1268,19	185	37000
Vedação	M ³	0,66	155,00	-	-
Instalação	M ²	160	80,00	5	-
Pavimentação e infraestrutura	M ²	-	-	60	12000
Revestimento (Interno e Externo)	M ²	-	-	-	-
Cobertura	M ²	-	-	-	-
Todas	UN	-	50,00	-	-
CONSUMO TOTAL			2.183,39	-	59.400,00

Fonte: Estudos feitos em campo.

O dimensionamento do poço ideal consistiu em se utilizar os dados do poço, para caracterizar o melhor conjunto Motor-Bomba a ser utilizado no poço (A). Nos cálculos, utilizou-se a vazão de 900 Litros/hora, com o diâmetro de 15,24cm, e o coeficiente de Hazen-Williams foi escolhido em função do diâmetro com o valor de 146, e o comprimento da tubulação é de 16 metros, contando com um futuro reservatório instalado no sistema. Já o conjunto Motor-Bomba do poço (B) foi calculado com a vazão de 1.440,00 Litros/Hora, com o diâmetro de 15,24cm, com o mesmo Coeficiente de Hazen-Williams e com profundidade de 120 metros. Foram obtidos, então, os seguintes resultados:

Tabela 08 – Dimensionamento do Conjunto Motor-Bomba dos poços A e B.

Dimensionamento do conjunto Motor-Bomba	POÇO (A)	POÇO (B)
Hf (Perda de Carga Total)	19,021 m	23,67 m
A (Área do Tubo)	0,018 m ²	0,018 m ²
V (Velocidade de Escoamento)	49,363 m/s	78,981 m/s
Hm (Altura Manométrica)	47,058 m.c.a	158,735 m.c.a
P (Potência)	3,10 CV	16,716 CV
Tipo de bomba	Submersa	Submersa

Fonte: Cálculos feitos com dados das obras.

No Dimensionamento da bomba ideal para o abastecimento do poço A foi escolhido o conjunto Moto-bomba submerso Multiestágio de 5”, rotor fechado, com o código de identificação numeração VL – 5630. E o conjunto motor-bomba ideal para o poço B foi caracterizado com mais potência, Bomba Submersa Leão 4R8PB-21 360 6 CV Trifásica 220V, com o diâmetro de 4” aguentando até 158 m.c.a.

Tabela 09– Requisitos Químicos do Poço (A)

REQUISITOS QUÍMICOS QUE DEVEM SER RESPEITADOS	POÇO (A)	NORMA / VMP 518	CONFORME?
PH	6,18	5,5 < X < 9,0	OK
COLORAÇÃO	34,5	X < 15	ALTO
ALCALINIDADE TOTAL	41,17	Até 38,59	PROXIMO
SÓLIDOS TOTAIS	85,67	X < 1000	OK
TURBIDEZ	6,85	X < 5	PROXIMO

Fonte: Estudos feitos por pesquisas.

Tabela 10 – Requisitos Químicos do Poço (B)

REQUISITOS QUÍMICOS QUE DEVEM SER RESPEITADOS	POÇO (A)	NORMA / VMP 518	CONFORME?
PH	5,96	5,5 < X < 9,0	OK
COLORAÇÃO	24,5	X < 15	ALTO
ALCALINIDADE TOTAL	25	até 38,59	OK
SÓLIDOS TOTAIS	47,5	X < 1000	OK
TURBIDEZ	6,65	X < 5	PROXIMO

Fonte: Estudos feitos por pesquisas.

5 CONCLUSÕES

Como foi relatado na pesquisa, a água é um recurso natural importante para a sobrevivência humana e seu uso tem requerido cada vez mais cuidados e planejamento especiais, devido à sua crescente escassez, em diversos pontos do planeta. Portanto, em vista da grande variabilidade técnica e econômica das pesquisas dos recursos subterrâneos, o Brasil tem-se destacado no panorama mundial e chamado a atenção dos demais países, nos últimos anos. No estado de Goiás, a água subterrânea ainda é pouco utilizada, em comparação com a água de nascentes de superfície.

Com as análises feitas no poço A, mesmo apresentando uma profundidade inferior aos poços artesianos, posto que é de costume fazer a perfuração de 20 a 60 metros, o poço A apresentou uma vazão de 900 litros/hora, por influência da sua localidade, que apresenta áreas de grande influência na quantidade de água em seu nível. Sendo assim, pela sua profundidade, a sua vazão é considerada ótima.

No poço (B), sua profundidade foi considerada ótima e a análise da água mostrou ser uma água mais filtrada,

apresentou uma ótima vazão, por motivo dos locais que influenciam o abastecimento do lençol freático.

Os consumos de água, nas duas obras, caracterizaram-se como ótimos, por motivo de apresentarem uma boa vazão e conseguirem atender às demandas necessárias para fornecer a água, em todas as etapas previstas.

O dimensionamento dos conjuntos motor-bomba dos dois sistemas foi feito através das informações coletadas do próprio poço artesiano em funcionamento, e serviu para demonstração de como é feito o seu dimensionamento de forma teórica.

Embora a qualidade da água subterrânea seja melhor do que a da água superficial, ela não elimina a necessidade de um controle regular de qualidade. Uma vez que existem muitas variáveis por região, o método do PCA, coletado em pesquisas, demonstrou ser útil, para caracterizar o poço A e o poço B, que trouxeram um aspecto de poço regular, em que suas características físico-químicas não apresentaram danos à obra, por motivos de apresentarem requisitos próximos ao que é necessário em norma.

Pode-se perceber, a partir deste trabalho, que a classificação das águas subterrâneas nada tem a ver com a época do ano. E sim, pelas influências locais que abastecem o lençol freático.

Para um estudo mais complexo do desempenho do concreto com água do poço, seria necessário fazer corpos de provas de concreto feito com águas provenientes do abastecimento comum e outros feitos com as águas originadas dos sistemas de poços artesianos, para fazer um teste de compressibilidade e verificar se as características de rompimento dos corpos seriam alteradas ou não.

São necessárias mais pesquisas aprofundadas sobre o assunto, em termo da qualidade de vida da obra e da economia, que podem ser geradas através de um estudo mais eficiente da utilização dos poços, como o fornecedor principal de uma construção civil.

6 AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer ao nosso Professor e Orientador Paulo José Mascarenhas Roriz, por seus ensinamentos, em termos de conteúdo, que foram além do que foi apresentado, nesta pesquisa. Tivemos aprendizados importantes para a vida. O Orientador é um verdadeiro professor. Agradecemos a sua dedicação e paciência.

Agradecemos ao Professor e Avaliador Edson Nishi, por ter avaliado o nosso TCC 1 com sinceridade e coerência, com sugestões que realmente fizeram o maior sentido, para a melhoria na realização do TCC 2.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR, 15900 NOV 2009. **Água para amassamento do concreto**, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://baktron.com.br/wp-content/uploads/2019/02/NORMA-T%2E%94%9C%3%ABCNICA-ABNT-NBR-15900-Direcionamento.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2021.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR, 16783 2019. **Uso de fontes alternativas de água não potável em Edificações**, <http://anggulo.com.br/sinduscon/agua/palestras/josecarlo-smierzwa.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR, 5626 2020. **Instalação predial de água fria**, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-05626-1998-instalaca3a7c3a3o-predial-de-c3a1gua-fria.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico et al. **Água no mundo: Situação da Água no Mundo**. [S. l.]: Digital/ASCOM, 9 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>. Acesso em: 6 de maio 2021.

BORJA, Rômulo Thomaz de Figueiredo Borja. **Análise da viabilidade de produção de concreto com água de peço em região de escassez hídrica no curimataú oriental paraibano**. Orientador: Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos. 2017. 24 f. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba Campus VIII, Araruna, 2017. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/14993/1/PDF-%20R%c3%b4mulo%20Thomaz%20de%20Figueiredo%20Borja.pdf>. Acesso em: 13 out. 2021.

BRASIL, Instituto Trata Brasil. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: Estudo das águas subterrâneas**, São Paulo, p. 3 - 35, 2018. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/aguas-subterraneas-e-saneamento-basico/Estudo_aguas_subterraneas_FINAL.pdf. Acesso em: 8 nov. 2021.

CARVALHO, Daniel. Viabilidade financeira do uso de poços artesianos na construção de edifícios em palmas/TO. 2017. **Viabilidade financeira do uso de poços artesianos na construção de edifícios em palmas/TO** (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Tocantins, [S. l.], 2017. Disponível em:

<http://umbu.uft.edu.br/bitstream/11612/679/1/Daniel%20Iglesias%20de%20Carvalho%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021.

CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DO TRABALHO (Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção). Secretário Especial de Previdência e Trabalho do Ministério da Economia. Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. NR-18: **Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção**, [S. l.], 8 abr. 2019. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>. Acesso em: 12 maio 2021.

DIMENSIONAR, Dimensionar Bombas. **Calcule a melhor bomba d'água para o seu poço: Aprenda a escolher e calcular a melhor bomba d'água para o seu poço**. São Paulo, 1 mar. 2020. Disponível em: <https://www.dimensionarbombas.com.br/p-noticias/7/calcule-a-melhor-bomba-dagua-para-o-seu-poco/>. Acesso em: 3 nov. 2021.

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL (Departamento acadêmico de construção civil). Central federal de educação tecnológica do paraná (ed.). **Apostila de tecnologia do concreto**. [S. l.: s. n.], 2004. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2013/04/Concreto-02.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

FERIANI, R. et al. **Captação de água subterrânea: conceito e legislação**. In: FERIANI, R. Captação de água subterrânea: conceito e legislação. [S. l.]: Amblegis, 2021. Disponível em: <https://amblegis.com.br/meio-ambiente/captacao-de-agua-subterranea-conceito-e-legislacao/#:~:text=A%20Constitui%C3%A7%C3%A3o%20Federal%20disp%C3%B5e%20que,perfora%C3%A7%C3%A3o%20de%20po%C3%A7os%20de%20capta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 20 maio 2021.

FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Orientações para utilização de água subterrâneas no estado de são paulo**, [s. l.], 25 maio 2021. Disponível em: <https://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

MENDONÇA, Ellen Cristina de Castro Nogueira. **APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS DE POÇOS ARTESIANOS DE ÁREAS URBANAS DE GOIÂNIA E APARECIDA DE GOIÂNIA**. 2011. 18 f. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Sócio-Econômicas e Humanas) - Universidade Estadual de Goiás Unidade Universitária de Ciências Sócio-Econômicas e Humanas de Anápolis, Goiás, 2011. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/230322521.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2021.

METAX, Construção. **Limpeza pós-obra é fundamental**. In: METAX, Construção. Limpeza pós-obra é fundamental. [S. l.], 5 ago. 2019. Disponível em: <https://www.metax.com.br/limpeza-pos-obra-e-fundamental/>. Acesso em: 18 maio 2021.

PALUDO, Diego. **Qualidade da água nos poços artesianos do município de santa clara do sul**. Lajeado: [s. n.], 2010. Disponível em: <https://www.univates>.

[br/bdu/bitstream/10737/458/3/DiegoPaludo.pdf](https://bdu/bitstream/10737/458/3/DiegoPaludo.pdf). Acesso em: 9 nov. 2021.

PERFURARTE, Perfurarte Poços Artesianos. **Perfuração de solo para Poços**: Os tipos de poços. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.perfurarte.com.br/perfuracao>. Acesso em: 4 nov. 2021.

PESSARELLO, R. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores**, São Paulo, ano 2008, v. 114, p. 1 - 114, 2008. Disponível em: <http://poliintegra.poli.usp.br/library/pdfs/36321ef2ece6a6108dbca2b017009f27.pdf>. Acesso em: 21 de abril 2021.

PIRES, Leonardo Rafael Pires. Hidrodinâmica: **Introdução à Hidrodinâmica**. In: PIRES, Leonardo Rafael Pires. Hidrodinâmica: Introdução à Hidrodinâmica. [S. l.], 5 jul. 2019. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/hidrodinamica>. Acesso em: 3 nov. 2021.

PREFEITURA DE GOIÂNIA. Agência Municipal do Meio Ambiente (AMMA). **Instrução Normativa Nº 061 da, de 08 de agosto de 2019**. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/casa-civil/instrucoes-normativas/instrucoes-normativas-2019/>. Acesso em: 23 de maio 2021.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL SUB CHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de **Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. RECURSOS HÍDRICOS, [S. l.], 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 12 out. 2021.

REGANATI, Bruno. Blog do concreto: **Cura do Concreto Usinado: O que é? Quais são os tipos de cura?**. In: [S. l.], 21 fev. 2019. Disponível em: <https://www.concretousinado.com.br/noticias/cura-concreto-usinado/>. Acesso em: 18 maio 2021.

SANTOS, Júnio Gregório Roza dos Santos et al. **Qualificação dos dados hidrológicos disponíveis na base HIDROWEB/ANA: estações fluviométricas do estado de Goiás: bacias hidrográficas do estado de Goiás**. Goiás, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-das-bacias-Hidrograficas-do-estado-de-Goiás-Fonte-elaboracao-dos-autores_fig1_317108003. Acesso em: 10 nov. 2021.

SIG-Goiás – Superintendência de Geologia e Mineralização. **Geologia do Município de Goiânia**, Goiás, 2010. Disponível em http://geoprocessing-ifg.blogspot.com/2010/06/blog-post_22.html

SOUSA, R.S. **Políticas públicas e normas sobre os usos da água: Desafios e implementação no município de Igarapé-açu/PA. Políticas públicas e normas sobre os usos da água: Desafios e implementação no município de Igarapé-açu/PA**, [s. l.], 2016. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155292/1/igarape.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

SOUZA, Rodrigo Pumar Alves de Souza. **CÁLCULOS DE PERDA DE CARGA PARA SELEÇÃO DE UMA BOMBA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA DE UM GERADOR DE VAPOR EM UMA UNIDADE FPSO**. Orientador: Prof. Reinaldo de Falco. 2015. Projeto de Graduação (Bacharelado Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014795.pdf>. Acesso em: 13 out. 2021.

WHERE, Eng. Blog do concreto: **Métodos racionais modelos e desafios**. In: WHERE, Eng. Métodos racionais modelos e desafios: Resistência do Concreto, os Perigos da Água em Excesso. [S. l.], 4 jul. 2019. Disponível em: <https://gestao-obra.engwhere.com.br/internet/resistencia-concreto-perigos-agua-excesso/>. Acesso em: 18 maio 2021.

8 ANEXOS E APÊNDICES

• ANEXO 01 – OBRA CASA (A)



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.

• ANEXO 02 – OBRA CASA (B)



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.

• ANEXO 03 – DADOS COMPLEMENTAR



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.



Fonte: Estudos feitos em campo.

Tabela 1. Metodologias das análises físico-químicas e microbiológicas

PARÂMETRO	METODOLOGIA	INSTRUMENTO	REAGENTE/SOLUÇÃO	UNIDADE	VMP 518*
Turbidez		Turbidímetro	Solução padrão	uT	5,0
pH	potenciométrico	pHmetro	Solução padrão 4,86 e 7,0	-	6,0 a 9,5
Ferro total	fenantrolina	DR-2010 e DR-890	Buffer, fenantrolina, ácido clorídrico conc. e hidroxilamina	Mg/L Fe	0,3
Dureza total	Titulometria com EDTA	Bureta	Amortiguadora, Negro de eriocromo e EDTA	Mg/L CaCO ₃	500,0
Cloretos	Método de	Bureta	Cromato de potássio e Nitrato de prata 0,0141	Mg/L	250,0

Revista PLURAIS – Virtual – v. 1, n. 1 - 2011 – p. 19-36

Fonte: Pesquisa complementação.

	Mohr		N	CU	
Série de alcalinidade	Titulométrico por indicadores	Bureta	Verde de bromocresol, Fenolftaleína e ácido sulfúrico 0,02 N	Mg/L CaCO ₃	-
Oxigênio consumido		Banho-maria e bureta	Ácido sulfúrico, permanganato de potássio e oxalato de amônia	Mg/L O ₂	-
CO ₂ livre	Método normográfico	gráfico	-	Mg/L CO ₂	-
Condutividade		Condutivímetro	Sol. padrão 1,412µS/cm	MS/cm	-
Sólidos totais dissolvidos		Condutivímetro	-	Mg/L	1000,0
Cor aparente		DR-2010 e DR-890	Solução padrão	Mg/L de Pt	15,0
Contagem de bactérias heterotróficas		Placas de Petri	Agar nutriente	Colônias/mL	500,0

* Valor máximo permitido pela Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 - Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Fonte: Pesquisa complementação.

• ANEXO 04 – ORÇAMENTO COMPLEMENTAR

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTDE	P.UNITARIO	P. TOTAL
1	PERFURAÇÃO EM 10" SOLO SEDIMENTAR PERFURAÇÃO DE 0 A 120 MTS	MTS	120	115,00	R\$ 13.800,00
2	PERFURAÇÃO EM 6" A 6 1/8" EM ROCHASA				
3	PERFURAÇÃO DE 120 A 150 MTS	MTS	00	150,00	
4	PERFURAÇÃO DE 150 A 200 MTS	MTS	00	190,00	
5	POÇO REGISTRADO COM TODA DOCUMENTAÇÃO JUNTO AOS ÓRGÃO COMPETENTES	UN	RG	00,00	
6	REVESTIMENTO:				
7	REVESTIMENTO TUBO DE AÇO DIN 2440 DN 6. 12"	MTS	00	300,00	
8	REVESTIMENTO GEOMECANICO DN 154 X 4 STD	MTS	00	00,00	
9	REVESTIMENTO TUBO PVC AZUL DN 170X4 MM	MTS	20	115,00	R\$ 2300,00
10	REVESTIMENTO COM FILTRO AÇO NOLD, DN 6"	MTS	00	650,00	
11	PRÉ-FILTRO SEIXO USINADO DE (01 A 03) (MM)	SC	80	00,00	
12	DESENVOLVIMENTO:				
13	(A) -COM COMPRESSOR DE AR DE 750 PCM (B) COM BOMBA SUBMERSA	HR	00	00,00 00,00	
14	TESTE DE VAZÃO				
15	(A) COM AR COMPRIMIDO (B) COM BOMBA SUBMERSA.	HR HR	03	00,00 00,00	
16	TRANSPORTE				
17	TRANSPORTE DE MAQUINAS (02) VEICULOS	KM	00	1,50	
18	ACABAMENTOS FINAIS				
19	SAPATA SANITARIA EM CONCRETO	VB	00	00,00	
20	TAMPA DO POÇO	UN	00	70,00	R\$ 70,00
21	RELAÇÃO DE MATERIAL PARA FUNCIONAMENTO DO POÇO				
22	BOMBA SUBMERSA 12 CV. MONOFASICA 220	UN	01	950,00	R\$ 950,00
23	DISJUNTOR	UN	01	20,00	R\$ 30,00
24	QUADRO DE COMANDO COMPLETO	UN	00	00,00	
25	CABO ELETRICO 2 POR 1,5 M.M	MTS	60	5,00	R\$ 390,00
26	MANGUEIRA POLIETILENO 1X3,0	MTS	60	3,00	R\$ 180,00
27	*TUBOS EDUTORES DE 1 1/2" COM LUVAS	MTS	00	0,00	
28	CORDA DE SUSTENTAÇÃO DE BOMBA	MTS	60	2,00	R\$120,00
29	CONEXÕES DIVERSAS GALVANIZADAS	QTS	1	250,00	R\$250,00
30	INSTALAÇÃO GERAL	UN	1	300,00	R\$300,00
31	DISPENSA DE OUTORGA	UNI	1	650,00	R\$650,00
				TOTAL	R\$ 19.040,00
				DESCONTO	R\$ 1.000,00
	TOTAL A VISTA				R\$ 18.040,00

FONTE: Casa da Mangueira, feito em Obra

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

O estudante **DANSKY MENDES DOS SANTOS**, do Curso de Engenharia Civil, matrícula nº **2014.1.0025.0445-9**, portador do telefone celular nº **(62) 9.8216-7889** e do e-mail **20141002504459@outlook.com**, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

ESTUDO DE CASO: UTILIZAÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS COMO FONTE DE ABASTECIMENTO, PARA CONSTRUÇÃO DE CASAS UNIFAMILIARES DE ALTO PADRÃO, EM CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS,

gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 06 de dezembro de 2021.



Assinatura do autor: _____

Nome completo do autor: **DANSKY MENDES DOS SANTOS**



Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: **PAULO JOSÉ MASCARENHAS RORIZ**

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

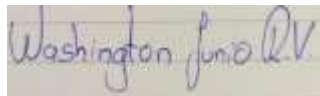
TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

O estudante **WASHINGTON JUNIO RODRIGUES VIEIRA**, do Curso de Engenharia Civil, matrícula n^a **2015.2.0025.0369-5**, portador do telefone celular n^o **(62) 9.8534-3719** e do e-mail **20152002503695@outlook.com**, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n^o 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

ESTUDO DE CASO: UTILIZAÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS COMO FONTE DE ABASTECIMENTO, PARA CONSTRUÇÃO DE CASAS UNIFAMILIARES DE ALTO PADRÃO, EM CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS,

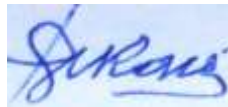
gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 06 de dezembro de 2021.



Assinatura do autor: _____

Nome completo do autor: WASHINGTON JUNIO RODRIGUES VIEIRA



Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: PAULO JOSÉ MASCARENHAS RORIZ