

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-ANHANGUERA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**METODOLOGIA EXECUTIVA DE UMA LAJE SUBPRESSÃO EM UM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL NO SETOR MARISTA, GOIÂNIA-GOIÁS**

**IZABELLA CRISTHINA DE SOUZA MELO
RÚBIA CARLA DAS NEVES MORAIS**

**GOIÂNIA,
Novembro/2019.**

**IZABELLA CRISTHINA DE SOUZA MELO
RÚBIA CARLA DAS NEVES MORAIS**

**METODOLOGIA EXECUTIVA DE UMA LAJE SUBPRESSÃO EM UM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL NO SETOR MARISTA, GOIÂNIA-GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob orientação do Professor Mestre Ivo Carrijo Andrade Neto, como requisito parcial para obtenção do bacharelado em Engenharia Civil.

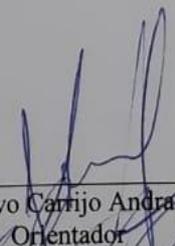
GOIÂNIA,
Novembro/2019.

FOLHA DE APROVAÇÃO

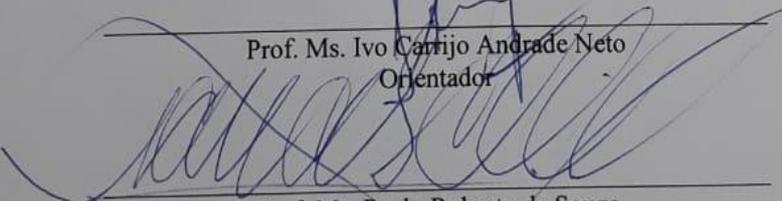
IZABELLA CRISTHINA DE SOUZA MELO
RÚBIA CARLA DAS NEVES MORAIS

METODOLOGIA EXECUTIVA DE UMA LAJE SUBPRESSÃO EM UM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL NO SETOR MARISTA, GOIÂNIA-GOIÁS

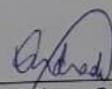
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni ANHANGUERA, definido e aprovado em 30 de Novembro de 2019 pela banca examinadora constituída por:



Prof. Ms. Ivo Carrijo Andrade Neto
Orientador



Prof. Ms. Paulo Roberto de Souza
Membro



Profa. Ms. Paula Viana Queiroz Andrade
Membro

Dedicamos este trabalho às nossas famílias tão amadas, por sempre terem nos apoiado na trajetória de nossa graduação e pelo amor que recebemos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à Deus por tudo que nos permitiu viver até o momento e a todos os nossos familiares e amigos pela compreensão e apoio durante todo esse período do curso.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

A laje é um dos mais conhecidos elementos estruturais assim como a viga e o pilar. Ela está presente nas construções desde a antiguidade e vem sofrendo um processo evolutivo desde então. Se tratando de construção civil e principalmente a questão de impactos ambientais, quando um projeto prevê subsolos mais profundos do que o nível do lençol freático no terreno, a estrutura ficará sujeita à pressão hidrostática aplicada pela água presente no solo saturado. A laje mais inferior dessa estrutura é chamada de laje de subpressão. Ela fica em contato direto com o solo e sofre maior empuxo da água, com uma pressão aplicada de baixo para cima. Quanto mais profunda a laje, maior tende a ser essa força, que deve ser considerada no dimensionamento da estrutura. Neste trabalho tivemos como principal objetivo estudar a aplicabilidade, sustentabilidade e metodologia executiva de uma laje subpressão, realizada em um edifício residencial localizado no Setor Marista, contemplando 30 pavimentos, sendo três subsolos, térreo, um mezanino garagem, um mezanino lazer, 23 pavimentos tipo e um terraço lazer, obra esta realizada por uma construtora localizada em Goiânia-Goiás. Quando se fala em laje subpressão, pouco conhecimento tem-se sobre esse tipo de estrutura, devido a sua não utilização em muitas construções. Com tudo que está envolvido em sua execução, a metodologia do presente trabalho destacou-se também pontos importantes como o fator ambiental que é uma preocupação na construção civil, pois ela nos permite o não rebaixamento do lençol freático. Voltados para uma temática de um sistema construtivo sustentável, buscando compreender os requisitos normativos, custos, técnicas construtivas e impactos ambientais. Com base nesta revisão literária e o método executivo utilizado, otimizamos os resultados encontrados e relatamos a forma na qual foi construída, gerando um cronograma de execução, custos, qualidades, vantagens e desvantagens.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas estanques. Rebaixamento lençol freático. Construção Civil.

1 INTRODUÇÃO

A laje é um dos mais conhecidos elementos estruturais assim como a viga e o pilar. Ela está presente nas construções desde a antiguidade e vem sofrendo um processo evolutivo desde então.

Atualmente, arquitetos e engenheiros têm inúmeras opções de lajes, as quais adaptaram-se às mais variadas precisões - dos maiores aos menores vãos; das ortogonais às curvas; das pré-moldadas ou fabricadas *in loco*, translúcidas ou maciças, plissadas ou nervuradas. A laje é um dos elementos estruturais que mais nos remete à antiguidade. Desde o surgimento do homem, este procurou um local protegido das intempéries climáticas para abrigar-se. Esses locais, normalmente cavernas, nos remetem à ideia conceitual inicial das lajes, uma estrutura com finalidade de resistência e isolamento (CONCER *et al.* 2008).

Nos dias atuais devido ao maior rigor das leis de uso e ocupação do solo das grandes cidades, necessita-se aproveitar ao máximo os espaços disponíveis em campo, para assim viabilizar economicamente o empreendimento, construindo estruturas mais profundas, sujeitando-as à ação do lençol freático, que por sua vez exerce uma força contrária a da gravidade, empurrando as estruturas para cima, gerando o fenômeno da subpressão (SANTOS, SOARES; 2016).

Se tratando de construção civil e principalmente a questão de impactos ambientais, quando um projeto prevê subsolos mais profundos do que o nível do lençol freático no terreno, a estrutura ficará sujeita à pressão hidrostática aplicada pela água presente no solo saturado. A laje mais inferior dessa estrutura é chamada de laje de subpressão. Ela fica em contato direto com o solo e sofre maior empuxo da água, com uma pressão aplicada de baixo para cima. Quanto mais profunda a laje, maior tende a ser essa força, que deve ser considerada no dimensionamento da estrutura (TÉCHNE EDUCAÇÃO, 2014 *apud* FRACON, 2018).

Definida a escolha pela laje de subpressão, o plano de concretagem necessita ser cumprido com exatidão, a fim de que se evitem retrações e trincas que podem causar vazamentos. Segundo o Engenheiro Civil Renato Salles Cortopassi, esse risco é evitado com o uso de aditivo cristalizante de profundidade, também conhecido como aditivo cristalizante integral. Sem o uso do aditivo, a possibilidade de fissuração é grande, já que o aditivo tampa a porosidade do concreto e cicatriza eventuais fissuras (PORTAL ITAMBÉ, 2018).

A estanqueidade de uma estrutura de concreto pode ser compreendida como a capacidade da mesma de não permitir a percolação de líquidos, por nenhuma de suas paredes,

juntas ou lajes que os limitam. Envolve principalmente os aspectos relacionados com a técnica de bem construir, solicitando cuidados especiais durante a execução (BRITTEZ, 2014).

Segundo o mesmo autor, para o sucesso da construção de elementos estanques, pelo menos dois conceitos devem ser cuidadosamente respeitados: o primeiro relativo ao material que deve ser homogêneo e proporcionar a resistência solicitada, assim como a sua durabilidade adequada diante de um determinado ambiente e o segundo relativo aos cuidados e procedimentos que estabelecem o conjunto de técnicas de bem construir, para que se possa obter uma estrutura final estanque (BRITTEZ, 2014).

Existem duas maneiras para se garantir a estanqueidade de um pavimento enterrado. A primeira é com o uso de sistema de drenagem permanente, no qual bombas são responsáveis por coletar e descartar a água na rede pluvial, e a segunda, com o preparo de um concreto estanque a água, consistindo este, no uso de aditivo cristalizante integral no concreto, assegurando a estanqueidade da cortina e laje de subpressão (CORTOPASSI; OURIVES, 2017).

Os sistemas de drenagem permanente, utilizam-se de bombas para coletar e descartar a água na rede pluvial. Desta maneira a estrutura não precisa suportar a pressão de empuxo, possibilitando paredes do subsolo mais finas. No entanto, o maquinário gera um elevado gasto energético para manter o funcionamento contínuo, causando um grande impacto ambiental negativo. Existe a necessidade de investimentos nos geradores e nas bombas à combustão que permitem o funcionamento do sistema mesmo em caso de falta de energia (CORTOPASSI; OURIVES, 2017).

Para se garantir a estanqueidade da laje de subpressão e da cortina, é necessário a preparação de um concreto com uso de aditivo cristalizante integral, além da indispensabilidade de um projeto detalhado com o intuito de evitar fissuras e deformações geradas pelo empuxo da água (CORTOPASSI; OURIVES, 2017).

Em busca da maior durabilidade de estruturas, concretos auto-cicatrizantes vem sendo utilizados em diversos empreendimentos. A realização dos procedimentos executivos de acordo com as especificações de projeto, a definição dos parâmetros do concreto e a escolha do produto a ser utilizado para garantir a estanqueidade da laje, são de suma importância para se chegar nos resultados esperados. A adição desses materiais no concreto pode gerar grandes benefícios pois ele evita fissuras que acabam por comprometer a durabilidade do concreto, representando uma economia de custo pela menor necessidade de reparos (TAKAGI, 2013).

O presente trabalho teve como objetivo principal estudar a aplicabilidade, sustentabilidade e metodologia executiva de uma laje subpressão, realizada em um edifício residencial localizado no Setor Marista, em Goiânia-Goiás.

Para alcançar tais objetivos, este trabalho foi composto em sete etapas, sendo elas: avaliação dos planos de concretagem realizados na laje subpressão; apresentação da dosagem ideal do concreto que foi utilizado; determinação sobre o Sistema White Tank; descrição do lançamento do concreto e como foi feito o controle de sua temperatura; análise da execução das juntas de construção; identificação dos processos de cura utilizados e relato das dificuldades enfrentadas e como as mesmas foram solucionadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Tendo o conhecimento que o plano de concretagem é um conjunto de medidas a serem tomadas antes e durante o lançamento do concreto para assegurar a qualidade da peça a ser concretada, é necessário elaborar um planejamento detalhado considerando diversos condicionantes e prevendo os seus comportamentos nas atividades, o qual consiste em programar desde os movimentos do caminhão até as ações de cada operário. Diante disto, quais são os planos de concretagem da laje subpressão?

Antes da execução da laje subpressão, foi realizado um concreto magro com uma altura de 5 cm de espessura (Figura 1).



Figura 1 - Aplicação do concreto magro na Laje Subpressão.
Fonte: Grupo CF+ (2017).

Foi colocado sobre o concreto magro de regularização, uma lona plástica com espessura de 0,2 a 0,3 mm (Figura 2), sendo as emendas desta lona feitas por transpasse, em uma faixa de no mínimo 30 cm.



Figura 2 - Aplicação da lona plástica.
Fonte: Grupo CF+ (2017).

A concretagem da laje subpressão foi executada em 4 (quatro) etapas como mostra na Figura 3 e o intervalo entre cada etapa da concretagem foi de sete dias.

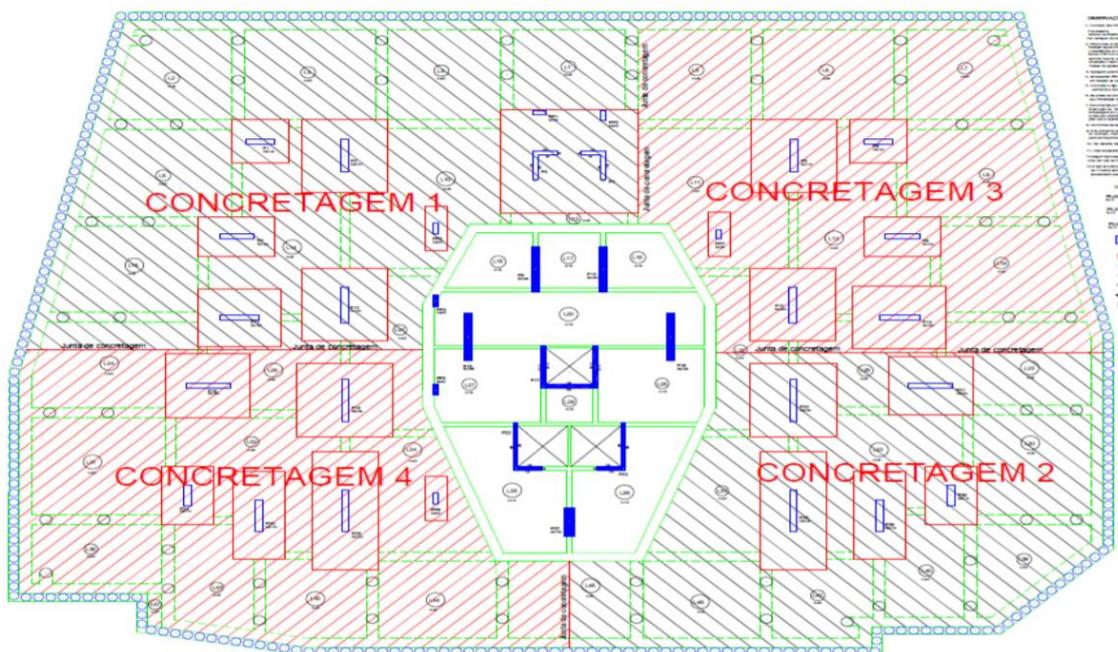


Figura 3 - Etapas de concretagem da Laje Subpressão.
Fonte: Grupo CF+ (2017).

A resistência do concreto depende não apenas da qualidade dos constituintes, mas também, e muito, da sua dosagem, ou seja, a adequada dosagem do concreto vai determinar a sua resistência. Considerando que os constituintes são de boa qualidade, o concreto com maior teor de cimento é mais resistente (ConstruFacilRJ).

Diante disto, o concreto utilizado na execução da laje de subpressão teve um consumo mínimo de cimento de 350 kg por m³. O cimento utilizado foi o CP-II devido a falta do CP-III na região localizada e foi conveniente que o mesmo não tivesse uma alta finura, o que favorece a retração, sugerindo-se que tenha uma finura expressa em Área Blaine, da ordem de 3500 cm²/kg ou no máximo de 4000 cm²/kg. Não foi utilizado qualquer forma de resfriamento do concreto (aplicação de gelo) e foi empregado o uso de fibras sintéticas que tem como finalidade evitar a fissuração de retração, que ocorre nas primeiras idades do concreto. O seu abatimento foi de 16+/-3 cm, tendo como dimensão máxima do agregado a Brita 1 (19 mm).

A quantidade total de água de mistura do concreto não ultrapassou o volume de 180 litros por m³ de concreto. Como o concreto foi bombeado, exigiu-se, portanto, uma maior quantidade de água, sendo necessário o emprego de aditivos polifuncionais, na dosagem de 0,35% a 0,6%, para a obtenção do volume de água limite. A relação água-cimento do concreto teve uma não superioridade de 0,40, obtendo assim, ótima relação entre A/C e o tempo de segmentação da rede capilar da pasta de cimento Portland.

Atualmente, no ramo da construção civil, existem diversos sistemas construtivos para a execução de uma edificação. No Brasil, o método mais utilizado é a alvenaria convencional, porém novas tecnologias estão aparecendo e começando a ser utilizadas.

Um dos sistemas utilizados na obra em questão, foi o Sistema White Tank que consiste em utilizar o próprio elemento estrutural, o concreto, como elemento de impermeabilização. Para a obtenção da estanqueidade, são utilizados aditivos de cristalização integral que tornam o concreto auto cicatrizante; veda juntas especiais para selamento de juntas frias e perfis metálicos; e argamassas especiais cristalizantes. O White Tank permite a obtenção de alto desempenho do concreto, além de estanqueidade e proteção da estrutura que fica em contato com a água e agentes agressivos. Assegura obras enxutas e limpas (Lean & Green) e sem materiais contaminantes ou nocivos, atendendo a certificações ambientais como o LEED.

Para a obra em questão, utilizou-se o aditivo de Cristalização Integral Penetron Admix adicionado ao traço do concreto no momento de sua produção, na dosagem de 1% da

massa de cimento (4kg de aditivo para cada metro cúbico de concreto) e esta dosagem foi realizada por um técnico habilitado pela fornecedora do produto. Para as juntas de concretagem, se obteve a utilização das Vedas Juntas Hidroexpansivas PENEBAR SW 55 Tipo A e PENEBAR SW 45 Tipo A, garantindo assim, a união perfeita e a estanqueidade das juntas de concretagens (Figura 4).



Figura 4 - Fita Penebar SW-55.
Fonte: Grupo CF+ (2017).

Em relação ao lançamento do concreto, ele se classifica como sendo o modo de transporte e colocação do concreto na fôrma a ser concretada. Diante disto, foi conveniente, no sentido de minimizar as retrações de origem térmica, que as concretagens da laje subpressão fossem realizadas no período compreendido entre 5 e 10 horas da manhã (Figura 5), as razões seriam as seguintes:

- ✓ Neste período a temperatura dos agregados estará menor, sendo obtida uma menor temperatura do concreto no seu lançamento;
- ✓ Como durante a manhã a temperatura ambiente é menor, a temperatura do concreto terá menor elevação e haverá menor perda de *slump*, durante o transporte desde a usina até o local de lançamento.



Figura 5 - Lançamento do concreto na Laje Subpressão.
Fonte: Grupo CF+ (2017).

A temperatura do concreto foi medida na chegada dos caminhões e após o seu lançamento na laje. A medição da temperatura de chegada do concreto foi realizada em todos os caminhões betoneiras com termômetro digital de vareta (Figura 6). Esse termômetro nos mostra a temperatura em todo o volume de concreto, e não apenas superficial, como é o caso do termômetro à laser (Figura 7).



Figura 6 - Termômetro digital de vareta.
Fonte: Grupo CF+ (2017).



Figura 7 - Termômetro à laser.
Fonte: Grupo CF+ (2017).

Após o lançamento, a medição da temperatura no interior do concreto foi realizada utilizando fios termopares. Esse procedimento consiste na colocação de fios

termopares no interior do concreto para futura medição da temperatura com equipamento específico (Figura 8), fornecendo a temperatura real dos pontos desejados no interior do concreto, diferentemente dos ensaios realizados com tubulação, que sofre influência da temperatura externa.



Figura 8 - Medição de temperatura com fios termopares.

Fonte: Grupo CF+ (2017).

Juntas de construção podem ser classificadas como sendo qualquer interrupção do concreto com a finalidade de reduzir tensões internas que possam resultar em impedimentos a qualquer tipo de movimentação da estrutura, principalmente em decorrência de retração ou abaixamento da temperatura (NBR 6118:2014).

Na obra em questão, durante o lançamento do concreto na laje, teve o máximo cuidado para evitar a ocorrência de juntas frias, procurando-se planejar esse lançamento de forma que a interrupção das concretagens coincida com as juntas de construção previamente definidas.

No local da junta de concretagem, a contenção do concreto foi executada utilizando uma tela metálica hexagonal de meia polegada, em duas camadas, visando reduzir a abertura da malha, de forma a evitar fuga de nata de cimento. Foi recomendado a utilização de ponte de aderência entre as etapas de concretagem, os blocos e a laje subpressão utilizando o Cristalizante Integral por pintura Penetron ou equivalente. O esquema do tratamento pode ser observado na Figura 9.

DETALHE DA JUNTA DE CONCRETAGEM DA LAJE DE SUBPRESSÃO ESC.: 1/50

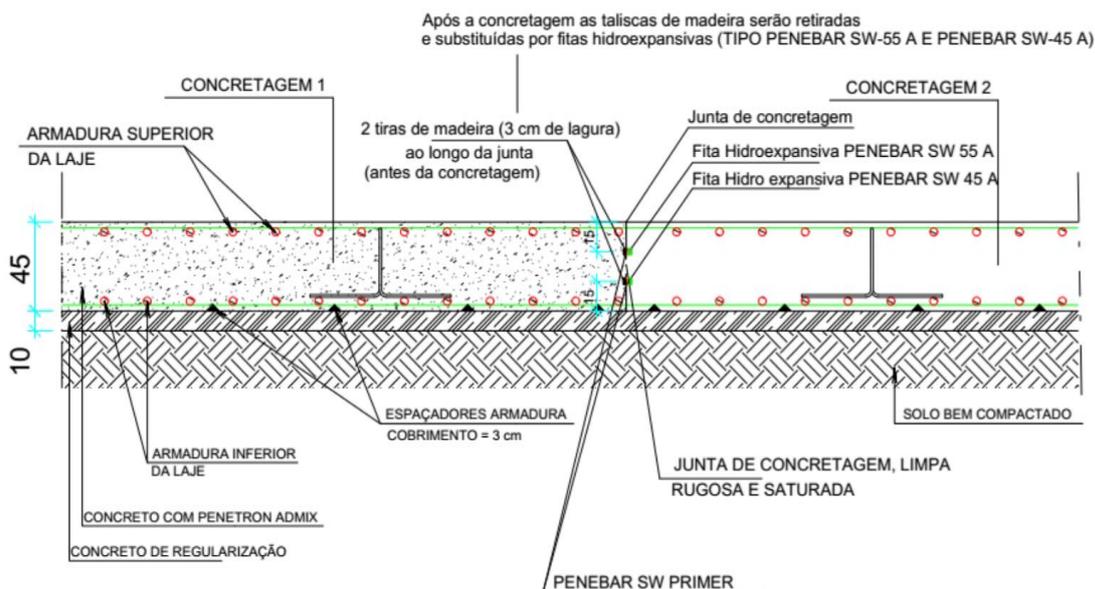


Figura 9 - Esquema da junta de concretagem.
Fonte: Grupo CF+ (2017).

A cura do concreto, é o conjunto de medidas que devem ser tomadas para evitar a evaporação da água de amassamento utilizada no concreto aplicado. Esta água é essencial para a hidratação do cimento (FazFácil Reforma e Construção).

Para a laje subpressão, a cura do concreto foi rigorosa, sendo aplicada por um período de sete dias. Esta cura evitou uma evaporação rápida da água interna do concreto, o que retardou o início da retração hidráulica. Desta forma, quando a retração ocorrer, após o término da cura, o concreto já terá resistência suficiente para suportar as tensões internas oriundas desta retração, sendo assim evitada a fissuração.

Após o concreto ter endurecido, ou seja, o seu ponto de pega, aplicou-se uma lâmina de água sobre a laje concretada com uma altura de 10 cm, por um período também de sete dias, tomando-se o máximo cuidado de completar a água regularmente (Figura 10).



Figura 10 - Lâmina d'água sobre o concreto.

Fonte: Grupo CF+ (2017).

Podemos encontrar por toda parte na Engenharia Civil, diversas dificuldades antes, durante e após a execução de uma obra. Por se tratar de uma laje que requer um cuidado e atenção especial, foram enfrentadas dificuldades durante todo o seu período sendo as mesmas, solucionadas:

- ✓ Escavação com a presença de água no terreno;
 - Solução: criação do sistema de drenagem provisório.
- ✓ Controle da temperatura do concreto de chegada;
 - Solução: Controle de temperatura de agregados na concreteira e início da concretagem às 05:00h da manhã.
- ✓ Vizinhança;
 - Solução: Aviso prévio de concretagem, pelo fato do início das mesmas ocorrerem logo pela manhã.
- ✓ Estrutura Pesada na laje;
 - Solução: Dimensionamento da equipe e setorização do serviço na laje.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do que foi pesquisado e apresentado no presente trabalho, obtivemos como resultados grandes benefícios quando se fala em laje subpressão. O principal benefício e vantagem, é que a mesma nos permite o não rebaixamento do lençol freático, gerando assim, ótimos resultados na construção civil e no meio ambiente.

Utilizamos três critérios para avaliar a implantação da laje subpressão e do sistema de drenagem permanente em uma obra, sendo eles: custo, vida útil e impactos ambientais. Para uma melhor visualização e compreensão do que tivemos como resultados, foi utilizado uma tabela comparativa entre os dois métodos.

Tabela 1 – Comparativo do Sistema de Drenagem Permanente com a Laje Subpressão.

Crítérios	Sistema de drenagem permanente	Laje Subpressão
Custo	Maquinário gera um elevado gasto energético, sendo necessário investimento nos geradores e nas bombas à combustão que mantêm o seu funcionamento mesmo em caso de queda de energia.	Devido aos esforços suportados pela laje de subpressão é necessário uma estrutura mais robusta, resultando em um custo maior de implantação com maiores volumes de concreto e aço. Além da utilização de aditivo cristalizante para a obtenção de um concreto estanque, sendo compensado uma vez que pronta, não há gastos com manutenção de equipamentos.
Vida Útil	A colmatação das valas de drenagem, bem como o desgaste natural dos equipamentos de bombeamento que funcionam de forma ininterrupta (24h por dia) podem trazer grandes transtornos futuros para o condomínio.	Em caso de eventual aparecimento de fissuras, que permitam percolação de água, o aditivo reagirá com a mesma, movendo os cristais dissipados no concreto para a região da fissura, promovendo sua “auto cicatrização” e fazendo com que seja selada. Tal fato garante uma maior durabilidade da construção.
Impactos Ambientais	Elevado gasto energético e grande impacto sobre o volume da água subterrânea presente na região, uma vez que se bombeia água do subsolo de forma ininterrupta, descartando a mesma nas galerias de águas pluviais.	Redução de impactos ambientais uma vez que evita a instalação de sistemas permanentes de drenagem, o que diminui o uso de energia elétrica, além de não acarretar impacto sobre o volume da água subterrânea, já que a água do lençol freático será apenas redirecionada.

Fonte: FRACON, 2017.

Se tratando de laje subpressão, a obra em questão foi a primeira a ser realizada pela Construtora com esse método inovador. Por diversos fatores, entre eles, a falta de total conhecimento sobre a laje subpressão, ocorreu alguns erros durante a sua execução na qual foram identificados em diversas partes do concreto, sendo: ninhos de concretagem, grandes quantidades de furos de tirantes e furos remanescentes das fôrmas, ocasionando assim, pontos de infiltrações na laje e na cortina, como mostra nas fotos logo abaixo.



Figura 11 – Infiltração na cortina.
Fonte: Grupo CF+ (2019).



Figura 12 – Infiltração na laje.
Fonte: Grupo CF+ (2019).

Após o surgimento das infiltrações, a Construtora entrou em contato com a empresa responsável pela impermeabilização e recuperação do concreto da laje subpressão para a mesma realizar o tratamento dos vazamentos nas cortinas e na laje com o sistema White Tank da Penetron. Esse sistema consiste na identificação de pontos frágeis e passíveis de percolação de água, preparação do substrato e aplicação dos produtos de tratamento conforme o grau de vazamento e acabamento. O tratamento minimizou a questão de infiltração tanto na laje quanto na cortina, fazendo com que permanecesse apenas com um aspecto úmido e sem qualquer vazamento.

Este aspecto úmido fez com que a cortina não recebesse a aderência da tinta para uma pintura final, tendo como solução a instalação de placas de forro PVC no local, tampando a cortina úmida e pintando-a com as cores exigidas pela Prefeitura, como mostra a foto logo abaixo.

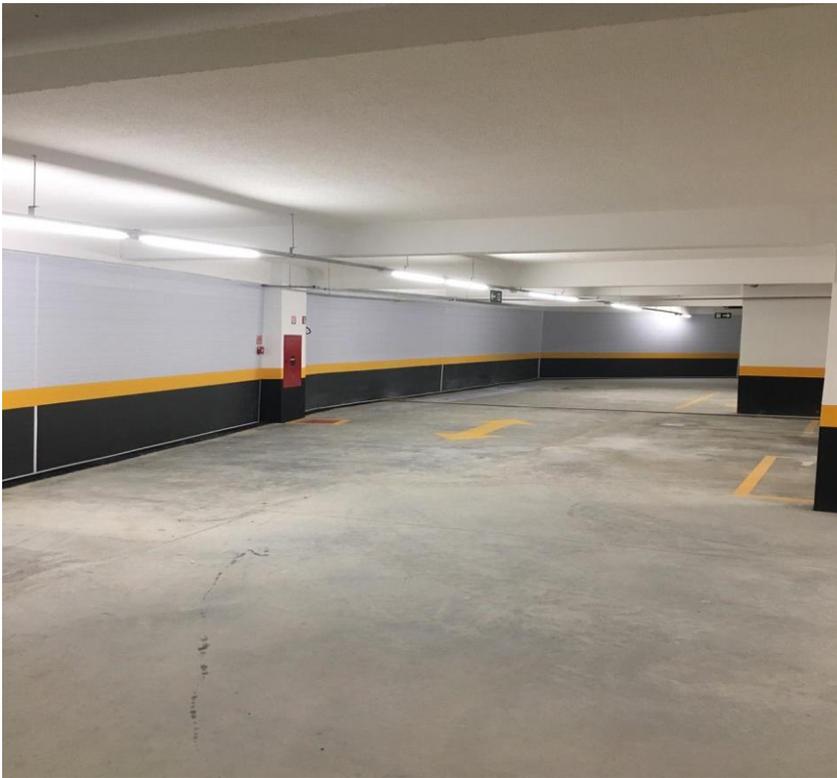


Figura 13 – Cortina com Placas de Forro PVC.
Fonte: Grupo CF+ (2019).

4 CONCLUSÃO

O referencial teórico do trabalho possibilitou o entendimento da metodologia executiva da laje subpressão e suas particularidades, apresentando uma visão ampla sobre suas vantagens e desvantagens de utilização.

Como se trata de um método inovador que apesar do receio que as construtoras tem em adotar, muitas já começaram a utilização da laje subpressão por conta dos diversos benefícios que ela proporciona, como por exemplo, o descarte da utilização de sistemas permanentes de drenagem, diminuindo o uso de energia elétrica e reduzindo impactos ambientais e o não rebaixamento do lençol freático. Além disso, ela causa uma menor influência sobre a água subterrânea, gerando menores consequências negativas na disponibilidade desse recurso.

Apesar dos grandes benefícios deste método executivo, o mesmo, se não for executado da maneira correta durante o seu processo de execução, poderá provocar grandes infiltrações sobre a laje subpressão e na cortina de contenção.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**. Disponível em: <https://engcivil20142.files.wordpress.com/2017/08/nbr-6118-2014-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento-versc3a3o-corrigida.pdf/> Acesso em: 14 de agosto de 2019.
- BRITEZ, C. et al. **Estanqueidade de lajes de subpressão**. Caso MIS-RJ. Rev. IBRACON Estrut. Mater. [online]. 2014, vol. 7, n. 6, p. 913-921. ISSN 1983-4195.
- CONCER, C.M. et al. **LAJES: Definições, Aplicações e Técnicas Construtivas**. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/4342321/lajes-definicoes-e-aplicacoes/> Acesso em: 25 de fev. de 2019.
- CONSTRUFACILRJ. **Dosagem do concreto o que é? Para que serve?** Disponível em: <https://construfacilrj.com.br/dosagem-concreto/> Acesso em: 10 de agosto de 2019.
- CORTOPASSI, R. S.; OURIVES, C. N. **Concreto pode garantir estanqueidade a obras enterradas**. AECweb, Revista Digital Materiais e Soluções. 2017. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/concreto-pode-garantirestanqueidadea-obras-enterradas_13897_10_0> Acesso em: 14 de fev. de 2019.
- FAZFÁCIL REFORMA E CONSTRUÇÃO. **Cura do concreto: O que é, como deve ser feita?** Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/cura-concreto-como-fazer/> Acesso em: 12 de agosto de 2019.
- FRACON, F.S.T. et al. **Estudo de caso: Metodologia Executiva de uma Laje Subpressão no Setor Noroeste, Brasília-DF**. Disponível em: http://ibibrasil.org.br/simposio2018/wp-content/uploads/2018/06/01-02-Felipe-Fracon-Estudo-de-caso-Metodologia-executiva-de-uma-laje-de-subpress%C3%A3o_Trabalho_15_SBI.pdf/ Acesso em: 21 de fev. de 2019.
- SANTOS, P.C.S.; SOARES, C.O.; SOARES H.L.C. **Métodos Executivos de Lajes de Subpressão**. Disponível em: <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2016/trabalho-1000022249.pdf/> Acesso em: 08 de julho de 2019.
- TAKAGI, E. M. **Concretos auto cicatrizantes com cimentos brasileiros de escória de alto-forno ativados por catalisador cristalino**. 2013. 130p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeroportuária – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

VARELA, W. D. **Entenda a execução da estrutura do Museu da Imagem e do Som, no Rio de Janeiro.** Rev. Técnica Educação. [online]. Ed. 206, maio/2014.

PORTAL ITAMBÉ. **Como construir para conter a água de lençóis freáticos.** Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/como-construir-para-conter-a-agua-de-lencois-freaticos/> Acesso em: 20 de fev. de 2019.



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESAS

Empresa: SPE CHATEAU PROVENCE LTDA
 CNPJ: 20.555.576/0001-22 Inscrição Estadual: 10.660.523-2
 Endereço completo:
Rua 135, Quadra 246, Lote 7, Goiânia-Goiás
 Representante da empresa: André Bueno Fleury de Amorim
 Telefone: (62) 99933-0164 e-mail: _____

Tipo de produção intelectual: Trabalho Final de Curso
 Autor 1: Izabella Cristhina de Souza Melo Matrícula: 201510828
 Autor 2: Rúbia Carla das Neves Morais Matrícula: 201510671
 Orientador: Ivo Carrijo Andrade Neto
Título do trabalho: METODOLOGIA EXECUTIVA DE UMA LAJE SUBPRESSÃO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL NO SETOR MARISTA, GOIÂNIA-GOIÁS.

Como representante da empresa acima nominada, declaro que as informações e/ou documentos disponibilizados pela empresa para o trabalho citado:

Podem ser publicados sem restrição.
 Possuem restrição parcial por um período de _____ anos, não podendo ser publicadas as seguintes informações e/ou documentos:

Possuem restrição total para publicação por um período de _____ anos, pelos seguintes motivos:

Representante legal da empresa	Autor 01	Autor 02
Assinatura com reconhecimento de Firma	Assinatura	Assinatura

2º TAB
 Nome Completo: André Bueno Fleury de Amorim CPF: 930.146.861-15
 Nome Completo: Izabella Cristhina de Souza Melo CPF: 701.816.621-69
 Nome Completo: Rúbia Carla das Neves Morais CPF: 022.620.981-62

METODOLOGIA EXECUTIVA DE UMA LAJE SUBPRESSÃO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL NO SETOR MARISTA, GOIÂNIA-GOIÁS

MELO, Izabella Cristhina de Souza¹; MORAIS, Rúbia Carla das Neves²; ANDRADE NETO, Ivo Carrijo³

¹Alunas do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni – ANHANGUERA. ²Professor orientador Mestre do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni – ANHANGUERA.

A laje é um dos mais conhecidos elementos estruturais assim como a viga e o pilar. Ela está presente nas construções desde a antiguidade e vem sofrendo um processo evolutivo desde então. Se tratando de construção civil e principalmente a questão de impactos ambientais, quando um projeto prevê subsolos mais profundos do que o nível do lençol freático no terreno, a estrutura ficará sujeita à pressão hidrostática aplicada pela água presente no solo saturado. A laje mais inferior dessa estrutura é chamada de laje de subpressão. Ela fica em contato direto com o solo e sofre maior empuxo da água, com uma pressão aplicada de baixo para cima. Quanto mais profunda a laje, maior tende a ser essa força, que deve ser considerada no dimensionamento da estrutura. Neste trabalho tivemos como principal objetivo estudar a aplicabilidade, sustentabilidade e metodologia executiva de uma laje subpressão, realizada em um edifício residencial localizado no Setor Marista, contemplando 30 pavimentos, sendo três subsolos, térreo, um mezanino garagem, um mezanino lazer, 23 pavimentos tipo e um terraço lazer, obra esta realizada por uma construtora localizada em Goiânia-Goiás. Quando se fala em laje subpressão, pouco conhecimento tem-se sobre esse tipo de estrutura, devido a sua não utilização em muitas construções. Com tudo que está envolvido em sua execução, a metodologia do presente trabalho destacou-se também pontos importantes como o fator ambiental que é uma preocupação na construção civil, pois ela nos permite o não rebaixamento do lençol freático. Voltados para uma temática de um sistema construtivo sustentável, buscando compreender os requisitos normativos, custos, técnicas construtivas e impactos ambientais. Com base nesta revisão literária e o método executivo utilizado, otimizamos os resultados encontrados e relatamos a forma na qual foi construída, gerando um cronograma de execução, custos, qualidades, vantagens e desvantagens.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas estanques. Rebaixamento lençol freático. Construção Civil.