SISTEMA CONSTRUTIVO DE SUBSOLOS ESTANQUES E LAJES DE SUBPRESSÃO

*Obs: Para preservar o anonimato da empresa citada, ela será referenciada como **Empresa M**.*

1. Fundamentação e Desenvolvimento do projeto

A água é um dos maiores agentes causadores de manifestações patológicas nas edificações, e, associada a outros agentes agressivos, como cloretos, sulfatos e dióxido de carbono (CO_2), pode comprometer a durabilidade das estruturas de concreto armado.

A estanqueidade de uma estrutura de concreto pode ser entendida como a capacidade dessa estrutura de não permitir a percolação de líquidos, por nenhuma das paredes, juntas ou lajes que os confinam. Envolve principalmente os aspectos relacionados com a técnica de bem construir, requerendo cuidados especiais durante a execução. O sucesso na construção de elementos estanques está intimamente relacionado com pelo menos dois conceitos: o primeiro relativo ao material que deve ser homogêneo e apresentar a resistência requerida, assim como durabilidade adequada frente a um determinado ambiente; o segundo relativo aos cuidados e procedimentos que constituem o conjunto de técnicas de bem construir, para se obter uma estrutura final estanque. (BRITEZ, 2014)

Uma das maneiras de garantir a estanqueidade de subsolos é a utilização de sistema de drenagem permanente no local. Deste modo, em muitas cidades no país, os subsolos de edifícios comerciais e residenciais apresentam sistemas de drenagem que bombeiam a água para a rede de águas pluviais do serviço público. Os projetos são realizados com cortinas de contenção lateral e com paredes falsas para promover um acabamento estético no estacionamento. Há inconvenientes nesse sistema, como: deterioração da estrutura de concreto da cortina, carreamento de solo, assoreamento das canaletas, umedecimento da parede falsa, proliferação de fungos devido à alta umidade, infiltração, aparecimento de contaminantes oriundos de postos de gasolina, recalques na vizinhança associados ao rebaixamento do lençol freático. Além disso, a perda da vida útil do sistema de drenagem permanente acontece num curto prazo de tempo devido à colmatação das valas de drenagem, motivada pelos sólidos em suspensão na água de rebaixamento, e, consequentemente, os equipamentos são danificados, onerando os gastos do condomínio com manutenção e, necessitando em alguns casos, demolir o piso e refazer o sistema de drenagem. Sendo assim, para substituir o sistema de rebaixamento de lençol freático permanente, foi desenvolvido o Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão no qual apresenta diversas vantagens abordadas e detalhadas a seguir.

Define-se Lajes de Subpressão como sendo uma estrutura que está em contato direto com o solo e principalmente sujeita à pressão hidrostática negativa, conforme está esquematizado na Figura 1. Isso acontece quando o nível do lençol freático no terreno é maior que o ultimo nível do subsolo previsto em projeto.

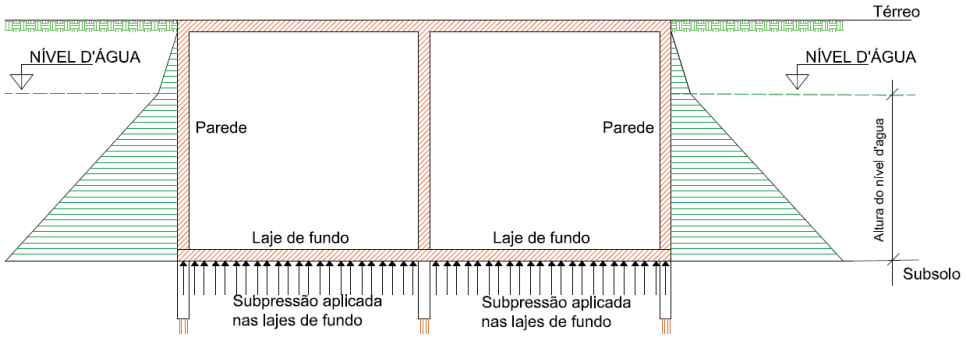

Figura 1 – Esquemático Subsolo Estanque e da Laje de Subpressão

A estanqueidade do Sistema Construtivo de Subsolos e Lajes de Subpressão é obtida através da formulação de um concreto aditivado com componentes ativos que reagem com a umidade do concreto formando uma estrutura cristalina insolúvel (Figura 2). O processo de cristalização ocorre em virtude dos componentes do aditivo serem hidrofílicos, ou seja, reagem facilmente com água, formando uma estrutura cristalina insolúvel capaz de bloquear poros e capilares do concreto, por isso trata-se de um mecanismo de autocicatrização.

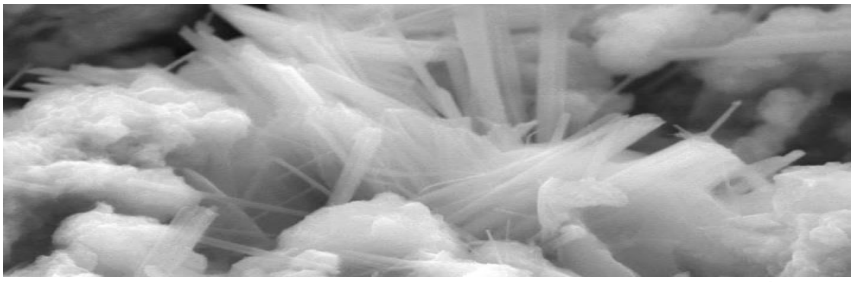

Figura 2 – Imagem de microscopia dos cristais insolúveis

Os ingredientes ativos no aditivo redutor de permeabilidade do concreto (PRAH) são mais eficientes e econômicos conforme determinado pelo Instituto do Concreto Americano (ACI) e oferecem proteção integral contra deterioração do concreto por ataques químicos, corrosão, bem como suporta altas pressões hidrostáticas. Quando são adicionados no momento da produção do concreto aumenta significativamente a durabilidade do concreto e sua vida útil por meio de suas propriedades impermeabilizantes por cristalização integral.

Os aditivos redutores de permeabilidade oferecem grandes benefícios ao concreto, como: resistência à altas pressões hidrostáticas, capacidade de autocicatrização, vedação de fissuras de até 0,4mm, aumento da resistência à compressão, resistência a ataques químicos, prevenção de corrosão das armaduras, proteção das estruturas contra ataque de sulfatos combatendo a reação álcali agregado (RAA) e a reação sílica agregados (RSA).

Diante da necessidade de proteger e aumentar a vida útil das estruturas de concreto, conforme estabelece a norma ABNT NBR 15575 – Edificações habitacionais — Desempenho, concretos autocicatrizantes vem sendo utilizados em diversas obras.

2. Metodologia construtiva de Subsolos Estanques e Laje de Subpressão

Para detalhar a metodologia construtiva de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão destinados a construções de edificações mistas compostas por subsolos com presença do lençol freático, foram elaborados dois fluxogramas,

um de planejamento e outro de execução, e estão apresentados nas Figuras 3 e 4 a seguir.

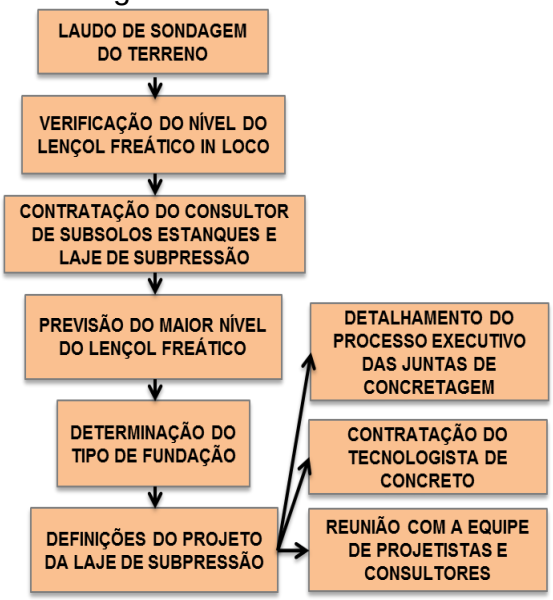

Figura 3 – Esquemático do Planejamento

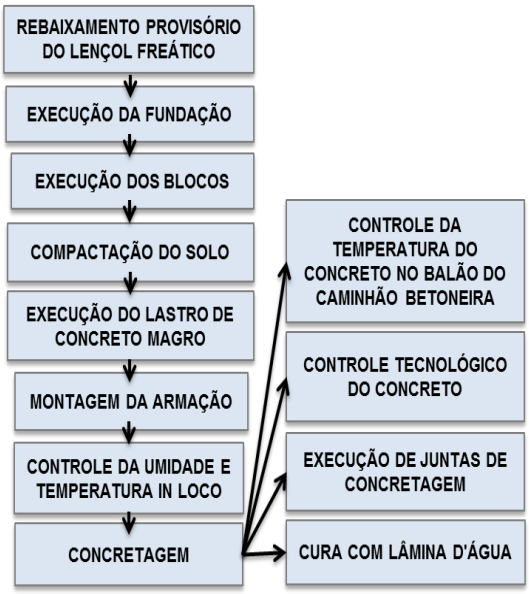

Figura 4 – Esquemático da Execução

2.1. Apresentação do Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão a partir de um estudo de caso real em Brasília-DF

O empreendimento, localizado no primeiro bairro ecológico planejado do Brasil, em Brasília/DF, no setor Noroeste, é uma construção vertical composta por nove pavimentos: 3 Subsolos, utilizados como estacionamento; 1 Pilotis, sendo este acesso e lojas; 1 Mezanino para utilização das lojas; 3 Pavimentos residenciais de apartamentos e 1 Cobertura; além de caixa d'água inferior. O período de construção do empreendimento ocorreu entre agosto de 2014 e fevereiro de 2017.

A Construtora responsável pelo empreendimento esteve diante de um grande desafio em relação ao projeto devido à presença da água do lençol freático descoberta durante as escavações. Para solucionar o desafio, a construtora contratou a Empresa M que propôs como solução, a execução do Sistema de Subsolos Estanques e de Lajes de Subpressão, pelo fato de se tratar de um método mais sustentável, que dispensa manutenção, não oferece riscos estruturais futuros para o condomínio, e diminui a taxa condominial.

Para facilitar o entendimento das diferenças acerca dos dois sistemas construtivos, elaborou-se o Quadro 1.

Quadro 1 – Análise comparativa entre os dois sistemas

	SISTEMA DE REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO PERMANENTE	SISTEMA DE SUBSOLOS ESTANQUES E LAJE DE SUBPRESSÃO
CUSTO	Contratação do projeto de drenagem, execução de drenagem permanente definitiva, execução de reservatório de captação da água drenada, instalação de bombas de recalque, instalação de quadro de comando para o grupo de geradores de energia, instalação de grupo geradores, rebaixamento do lençol freático e aplicação de impermeabilizantes no substrato do concreto, despesas com manutenção das bombas de recalque.	O concreto requerido para a execução da Laje de Subpressão deverá ter a característica cristalizante e deverá ser adicionado em sua composição aditivo cristalizante. A armadura necessária para a execução da Laje deverá suportar os esforços de Subpressão, sendo necessários maiores volumes de concreto e aço.

VIDA ÚTIL	Perda de eficiência da drenagem, colmatação das valas, recalques na vizinhança, desgaste natural dos equipamentos de bombeamento que funcionam de forma ininterrupta, aparecimento de fissuras nas lajes dos subsolos e contenções provenientes do rebaixamento contínuo e definitivo, perda da vida útil da impermeabilização com o passar dos anos.	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 "autocicatrização" e fazendo com que seja selada. Tal fato garante uma maior durabilidade da construção.
IMPACTOS AMBIENTAIS	Elevado gasto energético, impacto sobre o ciclo de vida 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, risco de contaminação da água do subsolo, produção de resíduos contaminantes a partir de produtos impermeabilizantes aplicados nas estruturas.	Redução de impactos ambientais uma vez que evita a instalação de sistemas permanentes de drenagem, diminui o uso de energia elétrica, além de não interferir no volume de água subterrânea. Utilização de materiais com certificação LEED, uso racional da água, sendo Obra Amiga do Meio Ambiente.

Foi desenvolvida uma metodologia executiva específica para assegurar a estanqueidade dos Subsolos e da Laje de Subpressão, seguindo os padrões ecológicos do bairro. Dados da Laje de Subpressão Estanque: Laje em concreto armado; Área de 2.500m^2 e 30 cm de espessura; Volume total de 750m^3 de concreto na Laje de Subpressão; 72.208Kg de armadura de aço; 3.000Kg de aditivo redutor de permeabilidade à pressão hidrostática (PRAH - ACI) junto à mistura do concreto.

2.1.1. Definição do tipo de fundação.

Definido a altura de lâmina d`água máxima da ordem de 2,5m da cota do subsolo, obteve-se uma solicitação de subpressão de 2.500Kg/m^2. Optou-se, portanto, pela fundação em Hélice Contínua Monitorada.

2.1.2. Contratação de Consultoria em Subsolos Estanques e Laje de Subpressão (Empresa M)

Para garantir durabilidade, resistência e estanqueidade do concreto, houve a necessidade de contratação de Consultoria em Subsolos Estanques e Laje de Subpressão (Empresa M), para que, em conjunto com a equipe multidisciplinar dos projetistas, fossem definidas as etapas construtivas, o detalhamento das juntas de concretagem, a dosagem e a definição do traço do concreto. O concreto teve sua produção de acordo com as prescrições da ABNT NBR 12655:2015 e da ABNT NBR 7212:2012. De acordo com as recomendações do Consultor do Subsolo Estanque e Laje de Subpressão, o concreto utilizado na Laje de Subpressão apresentava as especificações técnicas observadas nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2 – Especificações Técnicas do Concreto (MOREIRA et al., 2016)

Especificações Técnicas do Concreto
· Fck ≥ 35MPa (aos 28 dias de idade);
· Relação água/cimento ≤ 0,60: de acordo com a classe de agressividade;
· Teor de argamassa da ordem de 53 a 55%
· Slump de 19 ± 3cm
· Consumo mínimo de cimento = 350 Kg/m3;
· Diâmetro característico do agregado brita 1 com D < 19 mm;
· Módulo de elasticidade mínimo na idade da desforma - E > 21 GPa;
· Adição de ARPH: para o processo de autocicatrização de fissuras;
· Temperatura do concreto fresco ≤ 30ºC: para prevenção de fissuras de origem térmica;
· Uso de fibras de polipropileno;
· Evitar taxa de evaporação superior à 0,5 kg/m^2 de superfície exposta, por hora.

Quadro 3 - Composição do concreto utilizado no Subsolo Estanque e na Laje de Subpressão (MOREIRA et al., 2016)

Materiais	Consumo/m^3
CP III-40 RS – Cauê (Intercement) consumo de cimento por m^3	380 kg
Areia Quartzo (Areia de Cava Quartzosa - Sobradinho-DF) MF = 1,07)	384 kg
Areia Britada (Mineração Calcário - Sobradinho-DF MF = 2,95)	415 kg
Brita 0 (Mineração Calcário - Sobradinho-DF)	205 kg
Brita 1 (Mineração Calcário - Sobradinho-DF)	818 kg
Água de amassamento	170 kg
Aditivo plastificante polifuncional	1,9 kg
Aditivo superplastificante	1,5 kg
Aditivo redutor de permeabilidade hidrostática	3,04 kg
Fibra de Polipropileno	0,45 kg
Ar aprisionado considerado na mistura	2,00%

A adição do aditivo redutor de permeabilidade hidrostática (PRAH) foi realizada na usina, diretamente no caminhão betoneira, conforme as especificações do fabricante, com supervisão do Consultor. Utilizou-se 0,8% do PRAH – ACI, em relação à massa de cimento. Foi necessário utilizar aditivo superplastificante no concreto para obtenção do Slump de 19 ± 3 cm. Para evitar problemas relacionados à retração por secagem e temperatura, foi incorporado ao concreto a fibra de polipropileno.

2.1.3. Execução da fundação

Em função das características do solo do terreno, do nível da água e da profundidade necessária das estacas serem de aproximadamente 15,60 m abaixo do nível do último subsolo, utilizou-se perfuratriz de alto torque. As estacas eram mais profundas, e por isso, houve uma diminuição de 30% do número de pontos de fundação. Como as estacas da obra trabalhavam a tração em função da subpressão, houve a necessidade de que elas fossem 100% armadas.

2.1.4. Rebaixamento do lençol freático

Como o lençol freático aflorava no terreno após a escavação, a empresa M especificou o rebaixamento provisório para dar seguimento às próximas etapas da obra, conforme mostra as Figuras 5 e 6. O procedimento adotado foi a confecção de valetas drenantes, preenchidas com britas interligadas a poços de drenagem com bombeamento ininterrupto (24 horas por dia). Este processo rebaixou o nível da água, permitindo a execução da fundação, blocos e cintas, laje de subpressão e cortinas do terceiro subsolo. O bombeamento foi desligado após a concretagem da laje e piso do segundo subsolo.

Figura 5 - Afloramento do lençol freático

Figura 6 - Rebaixamento provisório do lençol freático

2.1.5. Execução de blocos

Após o rebaixamento do lençol freático, realizou-se a execução dos blocos de acordo com o projeto de fundações e da Laje de Subpressão. Em função das cargas ascendentes a serem suportadas pela Laje de Subpressão, houve a necessidade de engastar a laje nos blocos de fundação. O procedimento especificado pela Empresa M consistiu em parar a concretagem do bloco 30 centímetros (espessura da Laje de Subpressão) abaixo do seu nível acabado, procedendo uma lavagem do concreto superficial com bomba de pressão para expor os agregados. No momento da execução da armação da laje de subpressão, esta transpassou as armaduras aparentes do trecho não concretado dos blocos. Uma vez que os blocos ficaram submersos em função do nível da água do empreendimento, foi necessário garantir a proteção das armaduras contra a corrosão. Para isso foi utilizado aditivo cristalizante, tornando o seu concreto estaque. Antes do início da concretagem da laje foi feito uma ponte de aderência sobre toda a superfície dos blocos, com a utilização do aditivo cristalizante, buscando garantir a perfeita aderência entre as concretagens de diferentes idades. O mesmo teve seu traço, em volume, de 1(água): 2,5(aditivo), e sua aplicação ocorreu no máximo 20 minutos antes do lançamento do novo concreto com supervisão direta da Empresa M. A concretagem dos trechos restantes dos blocos aconteceu juntamente com a da Laje de Subpressão.

2.1.6. Execução de laje de concreto magro

Em função da quantidade de lama presente no terreno e buscando evitar a contaminação das armaduras, optou-se por utilizar camada de concreto magro. Tal procedimento deu condições para a correta execução da armação da Laje de Subpressão.

2.1.7. Execução da concretagem

De acordo com as especificações elaboradas pela empresa M, a laje de subpressão foi executada em 3 etapas paralelas para evitar a fissuração. Na interface de cada etapa da laje foram executadas as juntas de concretagem.

Cada etapa exigiu aproximadamente 27 caminhões betoneiras, consistindo em um volume máximo de concreto de 270m^3 por etapa. O volume total de 750m^3 de concreto foi lançado em aproximadamente 12 horas de execução. A Figura 7 representa uma parte da concretagem da Laje de Subpressão, e a Figura 8 mostra um trecho da contenção. A temperatura e o abatimento de cada lote de concreto usinado foram verificados na chegada dos caminhões na obra, e o controle da temperatura continuou depois do lançamento. Utilizou-se termômetro digital de vareta para a medição da temperatura do concreto em todos os caminhões betoneiras, buscando avaliar a temperatura em todo o seu volume. Como o controle de temperatura é determinante para impedir a fissuração da laje, houve a necessidade de realizar a concretagem no período noturno buscando evitar as altas temperaturas do dia. Paralelamente a isto, a concreteira estocou os agregados e o cimento por mais de 24 horas na sombra, protegendo do sol e molhando constantemente a brita e a areia. Desta maneira, a temperatura limite de projeto do concreto lançado de 30ºC foi garantida, evitando ao máximo a fissuração por temperatura.

Foi executado, em todos os caminhões, o ensaio de abatimento do tronco de cone, Slump Test, de acordo com a norma ABNT NBR NM 67:1998, buscando confirmar a consistência requerida do concreto de 19 ± 3 cm. Realizou-se

ainda, análise visual para verificar indícios de segregação. Foi contratado laboratório técnico especializado para proceder o controle tecnológico de todo o concreto utilizado na obra. Foram moldados corpos de prova, os quais foram rompidos aos 3, 7 e 28 dias de acordo com as normas ABNT NBR 5738 e ABNT NBR 5739. Buscando reduzir o risco de diferentes temperaturas de hidratação em partes da mesma etapa, o lançamento do concreto ocorreu através de bombeamento utilizando duas bombas (uma de reserva), uma vez que a concretagem não podia ser interrompida após iniciada.
Durante todo o processo de concretagem o lançamento e adensamento foram executados de forma concomitante. O lançamento se deu de forma vertical, em camadas uniformes de 30 cm de espessura. A operação seguiu os preceitos da ABNT NBR 14931:2004. Após o adensamento do concreto, utilizou-se de régua vibratória para garantir o nivelamento da camada superficial da laje, e o acabamento superficial final foi vassourado.

Figura 7 - Concretagem da Laje de Subpressão

Figura 8 – Laje de Subpressão e a Contenção

2.1.8. Controle de umidade e temperatura do microclima

Parâmetros como temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, influenciam diretamente no controle da taxa de evaporação da água superficial do concreto, sendo assim, a Empresa M realizou o monitoramento desses parâmetros durante a concretagem. A execução da laje ocorreu em um período de seca no Distrito Federal, desta maneira para se atingir os parâmetros definidos em projeto para combater a fissuração (umidade relativa do ar de 60% e temperatura inferior a 30ºC), realizou-se a aspersão de água sobre a superfície do concreto com o auxílio de hidrojato. A nebulização trabalha na perda de água para o meio ambiente, minimizando o risco de fissuração.

2.1.9. Execução das juntas de concretagem

A Empresa M, visando garantir a estanqueidade da estrutura, executou as juntas de concretagem (Figura 9) formadas na região de ligação entre as três etapas de execução da laje. O tratamento das juntas de concretagem foi realizado com a instalação de tela galvanizada na posição vertical ao longo da futura junta de concretagem para garantir a rugosidade desejada no concreto das juntas. Foi instalado também, um sarrafo com as dimensões da fita hidroexpansiva que foi retirado após a cura do concreto, deixando o espaço para a colocação da fita. As juntas de concretagem foram preparadas com a escarificação do concreto e pintura com primer. A pintura foi executada no centro da seção de concreto, buscando melhor aderência entre a fita e a superfície do concreto. Instalou-se então a fita hidroexpansiva, como

apresentado na Figura 10. Este é um produto de selamento à base de materiais hidrofílicos, no qual se expande de forma controlada quando exposto a umidade, tornando-se um material de selamento. A fita hidroexpansiva foi instalada minutos antes do início da etapa seguinte de concretagem, sendo inserida no meio da espessura da laje anterior.

Figura 9 - Detalhamento das juntas de concretagem

Figura 10 – Fita hidroexpansiva aplicada na junta de concretagem

2.1.10. Instalação do Termopar para controle de temperatura de cura

Sensores Termopar foram utilizados para medir a temperatura do interior do concreto após o seu lançamento. Esse procedimento afere a temperatura real dos pontos no interior do concreto por um período de 24 horas.

Desta maneira, foi possível aferir as temperaturas máximas atingidas pelo concreto durante o período de cura, que foi de 34,9ºC, medida após 19 horas do lançamento do concreto. As temperaturas máximas ficaram abaixo do limite máximo previamente estipulado, de 60ºC.

2.1.11. Cura Submersa

A cura úmida de cada etapa de concretagem da Laje de Subpressão foi realizada através de uma lâmina d'água sobre toda a superfície concretada (h ± 5 centímetros), pelo período mínimo de 7 dias. O procedimento foi iniciado após o endurecimento superficial do concreto, através de uma análise tátil-visual.

3. Resultados quantitativos/qualitativos

Impacto sobre a produtividade: A metodologia de execução dos subsolos estranques e das lajes de subpressão, torna a construção mais eficiente, e implica no ganho de produtividade (menos homem/hora trabalhada), por eliminar diversas etapas construtivas, como: elaboração do projeto de drenagem, drenagem definitiva, execução de reservatório de captação da água drenada, instalação de bombas de recalque, instalação de quadro de comando para o grupo de geradores de energia, instalação de grupo geradores para suprir a demanda energética requerida caso haja falha no fornecimento da energia elétrica interna, rebaixamento do lençol freático e aplicação de impermeabilizantes no substrato do concreto. Comparando-se com o sistema de rebaixamento de lençol freático permanente, o sistema de subsolos estanques e Laje de Subpressão proporciona uma economia de tempo no cronograma de execução da obra em mais de 90 dias, além de poupar gastos com diversos equipamentos do sistema de rebaixamento de lençol freático.

Impacto sobre o desempenho: De acordo com a norma ABNT NBR 15575 - Desempenho de edificações habitacionais, uma construção deve atender aos

requisitos mínimos de vida útil, desempenho e durabilidade. Consta no anexo A, tabela C.6, que a vida útil de projeto para estruturas seja de no mínimo 50 anos, e o Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão garante durabilidade por mais de 50 anos já que apresenta em sua composição o aditivo cristalizante. Em caso de eventual aparecimento de fissuras na Laje de Subpressão ou no subsolo, o aditivo reagirá com a água, formando-se cristais insolúveis na região da fissura, promovendo sua vedação. Esse mecanismo além de assegurar maior durabilidade à edificação extingue a manutenibilidade de equipamentos gerando economia financeira.

Impacto sobre a sustentabilidade: O rebaixamento de lençol freático permanente requer equipamentos e bombas de sucção que demandam elevado consumo de energia elétrica, e impacta no volume de água subterrânea através do próprio mecanismo de drenagem em si, alterando o ciclo de vida e uso racional da água. Já o Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão dispensa a utilização de bombas de rebaixamento de lençol freático, o que reduz impactos ambientais por economizar energia elétrica e desperdício de água. Além disso, como o concreto constituinte da Laje de Subpressão apresenta propriedades autocicatrizantes, não há a necessidade de impermeabilizar seu substrato, tornando tal sistema ainda mais sustentável, já que diversos processos de aplicação de impermeabilizantes emitem gases poluentes capazes de prejudicar o meio ambiente, além de seus resíduos serem descartados em locais inapropriados provocando contaminação do solo e da água. Outro ponto importante para se destacar é que o aditivo cristalizante utilizado no concreto no subsolo e na Laje de Subpressão não é um produto tóxico e pode ser utilizado em reservatórios de água potável.

A execução de sistemas construtivos de subsolos estanques e Laje de Subpressão eliminou o risco de acidentes com colaboradores visto que para realizar a impermeabilização do lado positivo da estrutura de contenção é necessário ficar confinado entre a cortina/contenção e o maciço de solo sob o risco de desbarrancamento do solo. Há diversos casos noticiados de acidentes dessa natureza em que aconteceu o soterramento do colaborador, e em alguns casos, o acidente terminou em óbito do operário.

Outro benefício do Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão é que não há possibilidade de ocorrer recalques na vizinhança como há relatos de ocorrência em rebaixamento do lençol freático permanente.

Trata-se de uma solução definitiva em que é dispensado qualquer gasto com manutenibilidade gerando uma economia ao longo da vida útil da estrutura.

Viabilidade: Embora o custo inicial do Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão seja relativamente maior quando comparado com o sistema de drenagem e rebaixamento do lençol freático permanente, esse gasto é compensado e diluído ao longo da execução do sistema construtivo, tendo em vista que não há gastos com sistema de rebaixamento de lençol freático, nem com reparos e manutenções nas bombas, o que diminui a taxa condominial.

O sistema construtivo defendido representa uma solução definitiva que aumenta a vida útil das estruturas de concreto armado, propriedade validada pelos ensaios conforme Nordtest NT Build 492 – Migração de cloretos. O grau de eficiência desse sistema tem sido comprovado pela alta demanda de diversas obras localizadas tanto no Distrito Federal – bairros Noroeste, Águas

Claras, Plano Piloto, Lago Sul, Lago Norte, Sobradinho – como em outros estados (Goiânia, Palmas, Rio de Janeiro, Espírito Santo).
A implementação do Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão não apresenta restrições, sendo recomendada sua concepção juntamente com o projeto da edificação. Caso não tenha sido previsto tal sistema construtivo no projeto, é possível implementá-lo em qualquer obra desde que a fundação não tenha sido concluída.
Grau de Inovação: A inovação do Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão consiste no fato de que é utilizado concreto autocicatrizante composto por aditivos redutores de permeabilidade (PRAH).
A Empresa M foi a primeira a executar com sucesso o Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão em Brasília-DF, no ano de 2013, em uma edificação hospitalar de 18.000m² de área construída composta por 4 subsolos. Um ano depois, a empresa M também levou a inovação para o estado de Goiás, realizando uma obra em um edifício público de 78.000m² de área construída composto de 4 subsolos. Atualmente, a Empresa M já possui um portfólio de mais de 50.000 m² de obras realizadas com o Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão em diversas cidades brasileiras, cuja metodologia de execução empregada está consolidada e tem sido praticada com sucesso há mais de 10 anos. A proposta do Sistema Construtivo de Subsolos Estanques e Lajes de Subpressão elimina etapas construtivas, preserva o meio ambiente – Obra Amiga do Meio Ambiente (Sustentável).

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7212: Execução de concreto dosado em central: Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento: Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro,1998.
BRITEZ, C. et al. Estanqueidade de lajes de subpressão. Caso MIS-RJ. Rev. IBRACON Estrut. Mater. 2014, vol. 7, n. 6, p. 913-921. ISSN 1983-4195.
MOREIRA, M. et.al,. Uso de aditivo redutor de permeabilidade em lajes de subpressão. Caso Habitar-DF. Congresso Brasileiro de Patologia das Construções – CBPAT 2016. ISSN 2448-1467.