

RENATO DA ROCHA SOUSA

**Tecnologia de execução de revestimento não aderido com perfis de PVC em
subsolos: estudo de caso**

**São Paulo
2018**

RENATO DA ROCHA SOUSA

**Tecnologia de execução de revestimento não aderido com perfis de PVC em
subsolos: estudo de caso**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de pós-
graduação *lato-sensu* em Tecnologia e
Gestão na Produção de Edifícios

Área de Concentração: Engenharia Civil

Orientador: Profa. Dra. Mercia M. S. B.
de Barros

São Paulo
2018

RENATO DA ROCHA SOUSA

**Tecnologia de execução de revestimento não aderido com perfis de PVC em
subsolos: estudo de caso**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de pós-
graduação *lato-sensu* em Tecnologia e
Gestão na Produção de Edifícios

São Paulo
2018

Catálogo-na-publicação

Sousa, Renato

Tecnologia de execução de revestimento não aderido com perfis de PVC em subsolos: estudo de caso / R. Sousa -- São Paulo, 2018.
58 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Revestimento em PVC 2. Infiltrações em subsolos Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos e em especial à minha irmã Renata que Deus a tenha em seus braços.

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento, em primeiro lugar, à professora doutora Mercia M. S. B. de Barros que muito contribuiu para concretização dessa monografia, tanto para sua elaboração quanto pela sua orientação e por ter acreditado na finalização do trabalho.

Aos professores e palestrantes do curso de pós-graduação em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, pela dedicação nas aulas e palestras e por todo conhecimento transmitido.

Agradeço à minha namorada Xirlaine, pela enorme força e pelo seu companheirismo para que este trabalho fosse realizado e finalizado.

Meu agradecimento à Tânia Cavalcanti, da empresa Apoio Forros, por compartilhar comigo seus conhecimentos e informações para a realização deste trabalho.

A meus pais, Rosalina e Adão, por sempre confiarem em mim e em minha capacidade e força de superação.

A meus irmãos Fernando, Adriano e Gabriel por sempre me apoiarem.

A minha irmã Renata, que quando em vida, sempre foi a minha mais fiel companheira e amiga.

A Deus.

“O perigo constante é abrir a porta para a ganância, um de nossos inimigos mais incansáveis. É aí que se deve pôr em prática o verdadeiro trabalho da mente”.

(Dalai-Lama)

RESUMO

Edifícios que contam com subsolos comumente sofrem com infiltrações de água em suas contenções de solo, gerando uma série de inconvenientes, dentre eles a proliferação de micro-organismos que, por sua vez, causa queixas entre os usuários dos imóveis e também a deterioração das camadas de acabamento, que resultam em comprometimento da estética do ambiente.

A eliminação da infiltração de água e de suas consequências é muito difícil, pois as tecnologias para solucionar os problemas gerados não são muitas, além de apresentarem custo alto. Entretanto, vem se destacando no mercado o emprego de uma tecnologia produzida com laminas de PVC, a partir das quais constitui-se um revestimento não aderido que possibilita minimizar o problema gerado pela infiltração de água porque o isola da visão dos usuários.

Por ser tratar de uma tecnologia ainda pouco comum, o objetivo deste trabalho é sintetizar, o método de execução de revestimento não aderido com perfis de PVC aplicado a paredes de contenção de solo, destacando-se os principais cuidados e dificuldades construtivas.

Para a realização do trabalho, empregou-se como métodos de pesquisa a revisão da literatura disponível, tendo-se consultado informações em sites da internet, artigos de revistas técnicas e catálogos de empresas do seguimento da construção de edificações, como também um estudo de caso em uma obra que fez uso da tecnologia e da qual o autor participou.

O resultado do trabalho foi a apresentação de informações que podem ser usadas para a tomada de decisão para escolha dessa nova tecnologia para revestimento em áreas úmidas ou com infiltrações.

Palavra-chave: Novo revestimento, Perfis de PVC, Infiltrações nos subsolos.

ABSTRACT

Buildings that have underground floors commonly suffer from water infiltrations in their soil containment, generating a number of drawbacks, including the proliferation of microorganisms, which in turn causes complaints among the building users and also the deterioration of the finishing layers, which results in compromising the aesthetics of the environment.

The elimination of water infiltration and its consequences is very difficult and the technologies to solve the problems generated are not many and they are expensive. However, the use of a technology produced with PVC sheets has emerged on the market, from which a non-adherent coating is made that minimizes the problem of water infiltration by isolating it from users' sight.

Because it is a still uncommon technology, the objective of this work is to synthesize the method of execution of the non-adherent coating with PVC profiles applied to walls of soil containment, and highlight the main care and constructive difficulties.

In order to develop the work, the review of the available literature was used as research methods, and information on websites, technical magazine articles and catalogs of building construction companies was consulted, as well as the case study of a work that used said technology and in which the author participated.

The result of the work was the presentation of information that can be used for the decision making to choose this new technology for coating in wet or infiltrated areas.

Keywords: New coating, PVC profiles, underground floor infiltration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil Pranchado: Foto A prancha de madeira. Foto B prancha pré-moldada de Concreto.....	20
Figura 2 - Hélice Contínua.....	22
Figura 3 - Viga de coroamento das estacas hélice contínuas que compõem a contenção.....	22
Figura 4 – Parede de contenção na forma de cortina de concreto armado moldada no local.....	23
Figura 5 – Vista de tirantes em parede diafragma.....	24
Figura 6 - Subsolo com diversas infiltrações de água pelas paredes de contenção .	25
Figura 7 - Afloramento de água em paredes de contenção de subsolo	26
Figura 8 - Revestimento em massa única	29
Figura 9 – Ilustração do revestimento com chapa de <i>drywall</i> sobre uma parede de vedação (estruturação dos montantes)	32
Figura 10 – Ilustração do revestimento em chapa de <i>drywall</i> sobre uma parede de vedação.....	32
Figura 11 - Revestimento em painéis de placas cimentícias.....	33
Figura 12 - Parede de alvenaria em frente a contenção	34
Figura 13 - Detalhe da montagem da estrutura metálica de suporte dos perfis de PVC	49
Figura 14 - Perspectiva da montagem da estrutura	49
Figura 15 - Sequência de montagem da estrutura metálica.....	50
Figura 16 - (A) Tubo quadrado 20x20mm (B) Perfil L 25x25mm.....	51
Figura 17 - (A) Parafuso cabeça panela (B) Bucha de nylon	51
Figura 18 - Parafuso autobrocante.....	51
Figura 19 - (A) Canaleta (B) Canaleta união	51
Figura 21 - Revestimento pronto	52

Figura 20 - Revestimento pronto52

Figura 22 - Procedimento de Execução de Serviços.....53

Figura 23 - Ficha de Verificação de Serviços54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Normas ABNT para forros de PVC rígido.....	36
Quadro 2 - Classificação dos materiais exceto revestimento de piso	37
Quadro 3 - Classificação dos materiais especiais que não podem ser caracterizados através da NBR 9442 exceto revestimento de piso.....	38
Quadro 4 - Exemplos de VUP* aplicando os conceitos do Anexo C da NBR 15575-1	39
Quadro 5 - Vantagens e limitações das soluções de revestimentos aplicadas em parede diafragma	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo unitário da mão de obra e materiais para revestimento em massa única com aditivo impermeabilizante.....	44
Tabela 2 - Custo unitário da mão de obra e materiais para execução do rodapé	45
Tabela 3 - Custo unitário para revestimento com perfis de PVC.....	46

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM – American Society for Testing and Materials

FVS – Ficha de Verificação de Serviços

IT – Instrução Técnica

NBR – Norma Brasileira

PES – Procedimentos de Execução de Serviços

PVA – Polyvinyl acetate (Poliacetado de vinila)

PVC – Polyvinyl Chloride (Policloreto de Vinil)

RU – Resistência à Umidade

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

UBC – Uniform Building Code

VUP – Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. CONTEXTO.....	16
1.2. OBJETIVOS	17
1.2.1. Objetivo geral.....	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3. MÉTODOS DE PESQUISA.....	17
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. TIPOS DE CONTENÇÕES PARA SUBSOLOS	19
2.1. PERFIL METÁLICO E PRANCHAS	19
2.2. CORTINA COM ESTACAS TIPO HÉLICE CONTÍNUA.....	21
2.3. CORTINAS DE CONCRETO ARMADO APÓS ESCAVAÇÃO DO TERRENO.....	23
2.4. PAREDES-DIAFRAGMA.....	24
3. CARACTERIZAÇÃO DE PROBLEMAS DE INFILTRAÇÕES DE ÁGUA EM SUBSOLOS	25
4. TECNOLOGIAS DE ACABAMENTO DE PAREDES DE CONTENÇÃO	27
4.1. SISTEMA EM MASSA ÚNICA COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	27
4.2. SISTEMA EM CHAPAS DE DRYWALL	30
4.3. SISTEMA EM PAINÉIS DE PLACAS CIMENTÍCIAS.....	33
4.4. SISTEMA COM PAREDE DE ALVENARIA	34
4.5. SISTEMA EM PERFIS DE PVC	34
5. TECNOLOGIA CONSTRUTIVA DE REVESTIMENTO DE PAREDE DIAFRAGMA COM PERFIS DE PVC	35
5.1. A UTILIZAÇÃO DO PVC NA CONSTRUÇÃO CIVIL	35
5.2. USO DE REVESTIMENTO COM PERFIS DE PVC EM PAREDES: NORMAS VIGENTES	36
6. ESTUDO DE CASO	41
6.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO COM FOCO NAS CONTENÇÕES .	41
6.2. VANTAGENS E LIMITAÇÕES ENTRE OS REVESTIMENTOS PASSÍVEIS DE UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONTENÇÃO	42
6.3. ANÁLISE PARA A ESCOLHA DA TECNOLOGIA	43
6.4. MÉTODO CONSTRUTIVO DO REVESTIMENTO COM PERFIS DE PVC.....	46
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A – CRONOGRAMA MASSA ÚNICA X PERFIS DE PVC	59

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO

Um problema comum em edifícios com subsolos são as infiltrações de água pelas paredes de contenção do solo, sejam devidas ao lençol freático que, muitas vezes, encontra-se em nível elevado ou mesmo decorrentes de vazamentos diversos em tubulações enterradas.

Tais infiltrações são difíceis de serem eliminadas e, por vezes são sanadas em um determinado lugar, mas reaparecem depois em uma nova região da contenção ou até no mesmo lugar anteriormente tratado.

No decorrer da vida útil do edifício, as infiltrações que ocorrem em subsolos são uma das principais causas de queixas entre os moradores e proprietários dos imóveis.

Na reportagem produzida por Rodrigues (2017), a autora registra que “o diretor da empresa de impermeabilização Penetron, Cláudio Ourivessa, afirma que infiltração de água em subsolo pode ocorrer pelo teto, poço de elevadores e reservatórios enterrados. Mas, também, pela parede e, em alguns casos, carreando solo junto com a água, o que pode provocar recalques em terrenos vizinhos”.

Nessa mesma reportagem, afirma-se que levantamento realizado pela empresa Lello, que administra cerca de 2 mil condomínios em São Paulo, mostra que 20% dos reparos realizados em garagens de subsolos são devidos a infiltrações.¹

Para minimizar problemas decorrentes de infiltrações pelas paredes de contenção muitos recursos são utilizados; mas, na maioria das vezes são ineficientes em função da pressão negativa (água confinada ou não que exerce pressão hidrostática de forma inversa à impermeabilização).² Dentre as soluções que minimizam sobretudo o efeito estético causado pela infiltração, vem se destacando o emprego de revestimento não aderido com uso de perfis de PVC.

¹ <http://economia.estadao.com.br/blogs/radar-imobiliario/infiltracao-em-garagem-e-dor-de-cabeca-para-predios/>
Acesso em 18 de setembro de 2017.

² FERNANDES, Prof. Igor – Notas de Aula Impermeabilização – UNIP – São Paulo – SP, 2016, p.6

Essa solução tem se mostrado eficaz, tanto porque minimiza os efeitos maléficos da infiltração junto aos usuários para qualquer tipo de contenção, como também, no caso específico da contenção em parede diafragma, acrescenta um valor estético importante evitando o emprego de revestimentos aderidos para minimizar as imperfeições que resultam do método executivo que prevê a concretagem das lamelas que formam as paredes contra o próprio solo (sem o emprego de fôrmas).

Trata-se de uma tecnologia que tem potencial de elevada produtividade quando comparada com outros tipos de revestimentos como, por exemplo, camada de revestimento de base cimentícia. Compete ainda com o uso de placas de gesso acartonado resistentes à umidade (RU) para *drywall* ou placas cimentícia que, de modo geral, apresentam custo mais alto que os perfis de PVC.

Devido à grande facilidade de aplicação, o revestimento feito com perfis de PVC pode representar uma alternativa para se minimizar o efeito das infiltrações e também para promover o acabamento superficial das paredes do subsolo. Entretanto, a tecnologia de execução desse revestimento é pouco conhecida pelo meio técnico, sendo este o tema do presente trabalho cujo objetivo é apresentado na sequência.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Sintetizar a tecnologia de execução de revestimentos de paredes de contenção de subsolos de edifícios, com emprego de lâminas de PVC.

1.2.2. Objetivos específicos

Sintetizar os principais tipos de contenções e apresentar e discutir as alternativas para revestimento de contenções em parede diafragma.

1.3. MÉTODOS DE PESQUISA

A pesquisa, de caráter tecnológico, foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica com foco na caracterização dos principais tipos de contenções bem como

seus problemas de infiltrações de água e também registradas as principais técnicas empregadas para revestimentos de paredes de contenções, a partir de coleta de dados em sites da internet e em artigos de revistas do seguimento da construção de edificações e de um estudo de caso de obra em que foi utilizado o revestimento em perfis de PVC para acabamento das paredes diafragma do subsolo, tendo-se registrado as principais características de execução.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em sete capítulos, incluído este que apresenta a introdução, contexto, objetivo, método de trabalho e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta sinteticamente as características dos principais tipos de contenções utilizadas em subsolos.

O terceiro capítulo apresenta a caracterização dos problemas advindos das infiltrações de água em subsolos.

No quarto capítulo apresentam-se soluções de revestimentos que podem ser aplicadas como acabamento das paredes de contenções.

No quinto capítulo sintetiza-se a tecnologia construtiva do revestimento não aderido com perfis de PVC e as norma vigentes.

O sexto capítulo apresenta-se o estudo de caso, em que foi utilizado o revestimento não aderido com perfis de PVC, registrando-se todos os passos empreendidos.

No sétimo capítulo apresentam-se as considerações finais. Ele é seguido pelas referencias utilizadas.

2. TIPOS DE CONTENÇÕES PARA SUBSOLOS

A escolha do sistema de contenção geralmente é um processo complexo, pois apesar de o número de alternativas não ser muito grande, a escolha envolve diversas variáveis, dentre as quais destacam-se as características geométricas e físicas do subsolo, o tipo de solo, o nível do lençol freático, o espaço disponibilizado para a implantação do sistema e das condições das edificações vizinhas. Ao final é comum o projetista ter como opções principais a parede diafragma ou os perfis metálicos com pranchões de madeira ou de concreto. As soluções que empregam perfis metálicos e pranchões (madeira ou concreto) têm preferência sobretudo porque a tecnologia envolve, usualmente, custo inferior ao da tecnologia utilizada na execução da parede diafragma; entretanto, são soluções não indicadas quando o lençol freático é alto e intenso ou quando o solo oferece grande permeabilidade (propriedade do solo que permite à água passar por ele através de seus vazios, que podem ser maiores ou menores, de acordo com o tipo de solo)³. Nesses casos, a escolha usualmente recai sobre a parede diafragma.

Seja qual for o tipo de contenção escolhido, porém, por estarem em contato direto com o solo, estão sujeitas a infiltrações de água que precisam ser evitadas, para que não atinjam a superfície exposta no subsolo.

As principais características dos sistemas de contenção, comumente empregados em edificações são sintetizados na sequência.

2.1. PERFIL METÁLICO E PRANCHAS

Segundo Magalhães (2015) a tecnologia de contenção com perfil metálico e pranchas é conhecida internacionalmente como *Soldier Pile Wall*, *King Post Wall*, Muro tipo Berlim ou regionalmente como Perfil Pranchado. E são constituídas por

³ <https://www.tudoconstrucao.com/o-que-e-permeabilidade-como-funciona/>

- Acesso em 04 de agosto de 2018.

perfis metálicos espaçados entre um a três metros e entre eles são utilizadas pranchas de madeira ou pré-fabricadas de concreto (Figura 1).

Este tipo de contenção é muito utilizado em obras em que a contenção é implantada acima do lençol freático e em solos que permanecem estáveis, ao menos temporariamente, de modo a permitir a escavação do terreno, entre os perfis, para a posterior colocação das pranchas. Para alturas de escavação de até aproximadamente 6 m, este tipo de contenção tem se mostrado uma solução econômica e o perfil metálico pode ser incorporado à estrutura definitiva (HACHICH, et al., 1998).

Figura 1 - Perfil Pranchado: Foto A prancha de madeira. Foto B prancha pré-moldada de Concreto



Fonte: (PRATIKA, 2016) (TAMAKI, 2010)

Para utilização dessa tecnologia em subsolos que se encontram abaixo do nível do lençol freático, é necessário o rebaixamento desse lençol, quando possível, o que onera a sua implantação; essa técnica, porém, pode propiciar recalques das edificações vizinhas (HACHICH, et al., 1998); por isto nem sempre é possível a sua utilização

Magalhães (2015) destaca algumas vantagens e limitações deste tipo de contenção, aqui registradas:

Vantagens:

- Trata-se de uma solução relativamente econômica dada a facilidade de construção frente a outras soluções, os bons rendimentos diários por área de parede e por não exigir grande área para a instalação de

infraestrutura com emprego de mão de obra facilmente treinada e tecnologia disponível em todo território nacional.

- Permitem simultaneamente a execução da escavação e da realização da contenção.

Limitações:

- Têm desempenho inadequado para níveis freáticos elevados devido ao arrastamento dos finos por percolação e à erosão interna do solo pois a água passa livremente entre pranchas.
- Exigem terrenos com importante componente coesiva para que se auto sustentem enquanto se colocam as pranchas em cada fase da escavação.
- Estão relativamente limitadas em termos de profundidade dependendo do tipo de perfil.
- A cravação dos perfis metálicos pode produzir vibrações indesejáveis.
- Têm menor rigidez face a outros tipos de estruturas de contenção.
- Podem ser afetadas por imprecisão da verticalidade na cravação dos perfis metálicos.

2.2. CORTINA COM ESTACAS TIPO HÉLICE CONTÍNUA

As contenções com estacas tipo hélice contínua (Figura 2) têm sua execução realizada a partir da superfície do terreno, por isto, sem a necessidade de prévia escavação e, assim, praticamente não há perda do confinamento do solo adjacente e não se provocam vibrações. Esta solução pode ser adotada na execução de contenções em solos constituídos por argilas médias, rijas e dura ou solos acima do nível d'água, que apresentam certa coesão que permite espaçar as estacas para compensar o maior consumo de concreto e aço. Quando o solo a ser contido for constituído por camadas de areias, argila mole ou silte fofo, situadas abaixo do N.A., a implantação deste sistema de contenção só é possível, com o emprego de sistemas de rebaixamento de lençol freático (HACHICH, et al., 1998).

O solo entre estacas pode ser contido, dependendo do caso, por concreto projetado (armado ou não), por uma cortina convencional de concreto armado ou

simplesmente protegido por parede de alvenaria. Em todos estes casos haverá a escavação manual, cujo custo deverá ser levado em conta quando da análise econômica da solução (HACHICH, et al., 1998).

O processo executivo da contenção com estacas hélice contínua, quando justapostas, apresenta vantagens sobretudo em relação à parede diafragma, pois, dispensam o emprego de lama betonítica ou camisas metálicas para conter o terreno e, também porque oferece maior velocidade de execução.

Ao final da execução no perímetro da contenção, é feita sobre o topo das estacas uma viga de coroamento, afim de distribuir os esforços ao longo das estacas que compõem a cortina, solidarizando-as (Figura 3)

Figura 2 - Hélice Contínua



Fonte: (AGM, 2011)

Figura 3 - Viga de coroamento das estacas hélice contínuas que compõem a contenção



Fonte: (RODRIGUES, LEMOS, & CANTO, 2007)

2.3. CORTINAS DE CONCRETO ARMADO APÓS ESCAVAÇÃO DO TERRENO

Contenção que consiste em uma parede de concreto armado moldada após a escavação do terreno, com emprego de fôrmas (Figura 4), ou com concreto projetado e armado (com telas metálicas). É feita por trechos que geralmente são escorados por bermas ou tirantes durante a sua fase construtiva. Este sistema tem sido utilizado para conter escavações acima do nível do lençol freático e onde o solo apresente resistência suficiente para permanecer estável, ou temporariamente estável, até a finalização da execução da contenção (HACHICH, et al., 1998).

O processo executivo é geralmente lento e demanda mão de obra e equipamentos especializados e é executado por empresa especializada. O custo, conseqüentemente, pode ser significativo frente a outras técnicas de contenção. Podem causar deformações consideráveis na superfície do terreno devido à formação do bulbo, sendo que esse problema é mais comum em terrenos argilosos quando há uma linha vertical alinhada de tirantes.

Figura 4 – Parede de contenção na forma de cortina de concreto armado moldada no local



Fonte: (GECONSUL, 2011)

2.4. PAREDES-DIAFRAGMA

Tal como as contenções com estacas tipo hélice contínua, as paredes-diafragma (moldadas “no local ou pré-moldadas) também são executadas a partir da superfície do terreno ao longo de todo o perímetro da área de contenção. Não provocam vibrações ou perda de confinamento dos terrenos adjacentes e podem ser empregadas praticamente em qualquer tipo de solo, estando acima ou abaixo do nível d’água. Permite realizar com relativa facilidade, segurança e economia escavações profundas, mesmo junto a edificações existentes (HACHICH, et al., 1998).

As paredes-diafragma podem ser projetadas com espessuras variadas e formam um paramento tido como “estanque”, evitando o fluxo de água e de materiais sólidos para a superfície exposta no subsolo. Essa estanqueidade, depende, porém, da não fissuração do concreto e do correto tamponamento pontos de tirantes. A Figura 5 mostra a parede diafragma após o processo de atirantamento.

Figura 5 – Vista de tirantes em parede diafragma



Fonte: (MEDEIROS, 2012)

3. CARACTERIZAÇÃO DE PROBLEMAS DE INFILTRAÇÕES DE ÁGUA EM SUBSOLOS

Problema quase sempre presente na maioria dos solos com nível d'água elevado, as infiltrações de água causam muitos dissabores a síndicos e moradores de edifícios com garagens subterrâneas em que as paredes de divisa ou contenções e piso ficam em contato direto com o solo. Mau cheiro, ambiente úmido e a aparência de lugar malcuidado são alguns dos inconvenientes que as infiltrações trazem para o local. A Figura 6 mostra como um subsolo pode ficar, devido às infiltrações.

Figura 6 - Subsolo com diversas infiltrações de água pelas paredes de contenção



Fonte: (WATANABE, 2013)

As infiltrações começam quando a água que existe entre os vazios do solo movimenta-se para dentro das construções provocando, num primeiro momento, o aparecimento das manchas de umidade e em seguida o “aflorescimento” de água na superfície (Figura 7).

Figura 7 - Afloramento de água em paredes de contenção de subsolo



Fonte: (FERRETTI, 2011)

Esses problemas são causados, geralmente, pelo nível do lençol freático elevado, o que, na maioria dos casos, impossibilita a correção definitiva do problema e o torna recorrente.

Em outros casos, o problema se dá por vazamentos das instalações hidráulicas de imóveis vizinhos ou vazamentos na rede de distribuição da concessionária de abastecimento de água e coleta de esgoto. Nestes casos, sanada a origem do problema, a infiltração pode ser sanada também.

Entretanto, novos pontos de infiltrações podem ocorrer e os problemas estéticos causados por elas voltam a incomodar usuários e síndicos. E estes vão recorrer à construtora que construiu o prédio para resolver o problema e devolver a estética agradável e a salubridade ao subsolo. O problema, muitas vezes, torna-se um círculo vicioso, em que a construtora ficará voltando ao edifício buscando solução para o problema.

4. TECNOLOGIAS DE ACABAMENTO DE PAREDES DE CONTENÇÃO

4.1. SISTEMA EM MASSA ÚNICA COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

Esses revestimentos são obtidos a partir de argamassas usualmente cimentícia, as quais são produzidas a partir da mistura de cimento com água e materiais inertes (areia), os quais têm a finalidade de diminuir a retração causada pelo cimento, melhorar a trabalhabilidade e baixar o custo. Para que tenham propriedades estanques, é comum a adição de polímeros na mistura.

O revestimento produzido com essas argamassas deve ser resistente para suportar esforços, cargas e choques. Devendo resistir também aos agentes atmosféricos e ao desgaste. Quando os revestimentos de argamassa são aplicados em situações em que fiquem expostos à ação da água é imprescindível que as argamassas sejam aditivadas, usualmente com polímeros.

Revestimento em massa única, também chamado de emboço ou mesmo reboco paulista é uma técnica muito utilizada pelas construtoras para superfícies verticais como é o caso das paredes de contenção. O revestimento é obtido a partir da aplicação da argamassa em única camada sobre o chapisco, sendo devidamente sarrafeada e desempenada.⁴

A técnica da “massa única” também é aplicada como revestimento para paredes diafragma ou cortinas de concreto, empregando-se, para tanto, argamassa de cimento e areia e adição de aditivo impermeabilizante.

O uso de aditivos impermeabilizantes auxilia para reduzir a permeabilidade da argamassa. Os aditivos podem ser de base mineral ou polimérica os quais podem ser colocados tanto na mistura da argamassa como podem ser aplicados após a execução do revestimento, buscando minimizar a infiltração de água para o interior do subsolo, o que não é sempre possível quando o nível d’água é muito elevado, pois a pressão

⁴ Dicionário da Construção - <http://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-massa-unica.html> - Acesso em 26 de fevereiro de 2018.

negativa exercida contra o paramento pode ser muito alta. E com o passar do tempo acabam surgindo manchas de umidade, com consequente proliferação de microorganismos. Além disso, pode ocorrer, ainda o destacamento da pintura e da própria camada de revestimento.

O processo para aplicação do revestimento em massa única, consiste das seguintes etapas:

- Preparação da base: a limpeza tem com objetivo de eliminar os elementos que venham a prejudicar a aderência da argamassa à base, tais como: pó, fuligem, graxas, óleos, desmoldantes, fungos, musgos e eflorescências entre outros;
- Chapisco: Consiste em criar uma ponte de aderência entre a base e o revestimento, podendo ser:⁵
 - Chapisco convencional: com aplicação de argamassa fluida de areia e cimento com auxílio de uma colher de pedreiro;
 - Chapisco rolado: aplicado com rolo de textura utilizando a mesma mistura de areia e cimento do chapisco tradicional acrescida de aditivo PVA;
 - Chapisco desempenado: esse tipo de chapisco é feito com uma argamassa industrializada para esse fim, sendo necessário acrescentar somente água. É aplicado com desempenadeira denteada.
- Fixação das taliscas: para execução das taliscas sobre a base é necessário identificar os pontos críticos do ambiente (saliências, curvaturas, reentrâncias, etc. que resultarão em maior ou menor espessura do revestimento). Para tanto, utilizam-se esquadro, régua de alumínio com nível de bolha acoplado e prumo. O taliscamento é feito usualmente com cacos de placas cerâmicas, fixados com a mesma argamassa que será utilizada no revestimento. As taliscas

⁵ Portal educação - <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/direito/a-aplicacao-do-chapisco/43262>
- Acesso em 26 de fevereiro de 2018.

devem ser espaçadas de 1,5 m a 1,8 m, considerando o comprimento da régua de alumínio;

- Criação das guias-mestras: as mestras são executadas unindo-se as taliscas na direção vertical com aproximadamente 5 cm de largura, utilizando-se a mesma argamassa do revestimento. Recomenda-se aguardar, no mínimo, 2 dias entre a fixação das taliscas e a execução das mestras;⁶
- Preenchimento e sarrafeamento: de acordo com a ABNT NBR 7200:1998, após o enrijecimento das mestras pode-se fazer o preenchimento entre elas utilizando-se a argamassa de revestimento, aplicada em camada uniforme e planificada. O processo de sarrafeamento é concluído quando se obtém uma superfície plana, homogênea. O desempenho é feito com uso de uma desempenadeira de madeira ou PVC (Figura 8).

Figura 8 - Revestimento em massa única



Fonte: (FAZFACIL, 2017)

⁶ Manual de Revestimento de Argamassa, Publicação ABCP - autores diversos - <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf> - Acesso em 26 de fevereiro de 2018

4.2. SISTEMA EM CHAPAS DE DRYWALL

Com o crescimento do setor de edificações anos atrás, o mercado deparou-se com falta de mão de obra especializada para diversas etapas de produção do edifício; com isto, as empresas construtoras obrigaram-se a buscar alternativas construtivas que não só reduzissem os custos de construção, mas que também aperfeiçoassem e reduzissem as etapas visando à redução de prazo. Neste contexto é que as chapas de gesso acartonado passam a ser utilizadas como revestimento de áreas de subsolos. Trata-se de uma tecnologia intrinsecamente mais produtiva que os revestimentos tradicionais de argamassa e, por isto, exigem, menor número de operários para revestirem a mesma área em um mesmo tempo. Além disso, as perdas ou resíduos são gerados em volume reduzido.

O revestimento com chapas de gesso acartonado para *drywall* em paredes (Figura 9 e 10) mostra-se uma solução para o uso como revestimento de contenções em subsolos, pois, tem a vantagem de esconder a infiltração. Geralmente são empregadas chapas resistentes à umidade (RU), também conhecidas como chapas verdes, instaladas em montantes metálicos próprios da tecnologia do *drywall* (montantes de aço galvanizado) e chapeadas apenas do lado de fora. Esse revestimento confere adequado efeito estético, podendo receber em seguida o acabamento final (pintura, textura e etc.).

Entretanto, este tipo de revestimento não irá acabar com o processo de infiltração de água no subsolo, pois, irá apenas melhorar o aspecto visual do ambiente e é necessário criar um sistema para captar e encaminhar a água vinda das infiltrações até o poço de águas pluviais. É um sistema que pode vir a sofrer a ação das infiltrações sobretudo os perfis metálicos de aço galvanizado que se em contato direto com a umidade poderão sofrer danos devido à oxidação ao longo do tempo. Também as chapas de gesso acartonado, apesar de serem resistentes à umidade, se forem submetidas a um longo período de constante molhagem poderão se degradar. Por isto, é importante avaliar a intensidade da ação da água sobre este tipo de revestimento para que não tenha sua vida útil diminuída.

O método de instalação do revestimento em *drywall* sobre uma parede diafragma no subsolo é feito da seguinte maneira:

- Limpeza: antes do início da montagem do revestimento em *drywall*, é necessário fazer uma limpeza previa da superfície, removendo todo e

qualquer tipo de interferência como: pregos, terra, restos de madeira, etc.;

- Demarcação: consiste em limitar a região onde será executado o revestimento. Este processo é usualmente feito com auxílio de equipamento a laser que permite marcar, no piso e na laje, o alinhamento do revestimento;
- Fixação das guias: após demarcada a região do revestimento são fixadas no piso e na laje as guias, que são perfis metálicos em forma de U, próprios do sistema *drywall*. Estas guias são fixadas por meio de parafusos e buchas;
- Colocação dos montantes: os montantes são perfis metálicos próprios do sistema *drywall*, fixados verticalmente nas guias por meio de parafusos. O comprimento do montante deve ter aproximadamente a altura do pé direito com 10 mm a menos. O espaçamento entre os eixos dos montantes pode ser de 400 ou 600 mm.
- Chapeamento: as chapas de *drywall* devem ser instaladas verticalmente, com altura do pé direito menos 10 mm, que deve ser deixado como folga no piso. As chapas serão fixadas na estrutura por meio de parafusos especialmente desenvolvidos para esse fim. Os parafusos devem estar distanciados 250 mm entre si e a 10 mm da borda da chapa;⁷
- Acabamento: consiste em fazer o tratamento das juntas formadas entre os encontros das chapas. Para isto, empregando-se uma desempenadeira lisa e deve-se aplicar uma primeira camada de massa específica para este fim ao longo da junta. Em seguida coloca-se uma fita de papel microperfurado sobre o eixo da junta e com o auxílio de uma espátula, pressiona-se firmemente a fita sobre a primeira camada de massa. E por fim aplicam-se as demais camadas de massa com o auxílio de uma desempenadeira, deixando um acabamento uniforme e

⁷ Manual de Instalação: Sistema Knauf *drywall* – Rio de Janeiro, 2013, p. 14

pronto para o recebimento do acabamento final (pintura, textura ou até revestimento cerâmico).⁸

Figura 9 – Ilustração do revestimento com chapa de *drywall* sobre uma parede de vedação (estruturação dos montantes)



Fonte: (HABITISSIMO, 2013)

Figura 10 – Ilustração do revestimento em chapa de *drywall* sobre uma parede de vedação



Fonte: (NH, 2017)

⁸ Manual de Instalação: Sistema Knauf *drywall* – Rio de Janeiro, 2013, p. 16

4.3. SISTEMA EM PAINÉIS DE PLACAS CIMENTÍCIAS

As placas cimentícias surgiram na década de 1970; mas sua utilização se tornou cada vez mais frequente devido ao crescimento do mercado de construção industrializada. Sua aplicação é destinada a fachadas, forros, paredes internas e externas, entre outras. Usualmente são estruturadas ou por perfis leves de aço ou madeira, tal como o *drywall* de gesso acartonado.

Conforme reportagem produzida por Santos (2010), as placas cimentícia são resultantes da mistura de cimento Portland, agregados, adições ou aditivos, e reforçada com fibras, fios, filamentos ou telas. Suas principais características são: grande resistência a impactos e à umidade, baixo peso próprio, baixo custo, além de serem compatíveis com quase todos os tipos de revestimentos (Figura 11).

Para o uso como revestimento de paredes de contenção, as placas cimentícias também oferecem a vantagem de esconder a infiltração. Assim como o *drywall*, a instalação é rápida e mais limpa do que o revestimento feito com a massa única.

As chapas cimentícias são, mais resistentes à ação da umidade oriunda das paredes de contenção do que as chapas de gesso acartonado e seu processo de instalação é o mesmo do *drywall*, ou seja, são aplicadas sobre montantes metálicos próprios e chapeadas em um único lado (lado de fora).

Figura 11 - Revestimento em painéis de placas



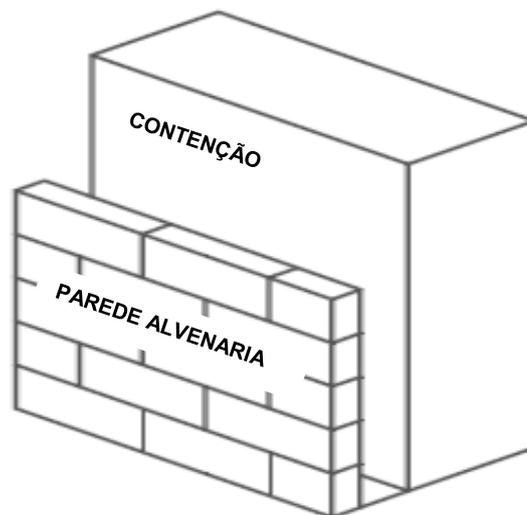
Fonte: (PEDRAS, 2017)

4.4. SISTEMA COM PAREDE DE ALVENARIA

Este sistema pode ser usado criando uma parede de alvenaria afastada da contenção (Figura 12). Trata-se do mesmo princípio do sistema em drywall ou placas cimentícias, ou seja, a infiltração continua ocorrendo por de trás da alvenaria.

Entretanto, para este sistema será necessário ou produzir uma alvenaria aparente com qualidades geométricas e estéticas adequadas ou empregar um revestimento sobre a alvenaria, que poderá ser de massa única e posteriormente um acabamento final em pintura, textura ou outro tipo de acabamento. Exige também a execução de um sistema para coletar a água das infiltrações e encaminhá-la até o poço de águas pluviais.

Figura 12 - Parede de alvenaria em frente a contenção



Fonte: o autor

4.5. SISTEMA EM PERFIS DE PVC

Trata-se de um novo método construtivo de produção de revestimento para paredes de contenções dos subsolos, recentemente introduzidos no mercado, que emprega perfis de PVC usados originalmente em forros suspensos.

Este é o método construtivo objeto deste trabalho e será apresentado com mais detalhes nos capítulos que seguem.

5. TECNOLOGIA CONSTRUTIVA DE REVESTIMENTO DE PAREDE DIAFRAGMA COM PERFIS DE PVC

5.1. A UTILIZAÇÃO DO PVC NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Logo que foi lançado, o material dividiu opiniões e chegou a ser considerado um produto duvidoso. No entanto, com o passar dos anos, o PVC tornou-se importante não apenas para o setor da construção civil, mas também para indústrias de embalagens, brinquedos, calçados, entre outras.⁹

O rápido aumento do custo da madeira e as crescentes preocupações ambientais devidas ao desmatamento das áreas florestais têm criado grande procura por alternativas à madeira na indústria da construção civil (BRASKEN, 2002).

O PVC tem inúmeras utilizações na indústria da construção, podendo ser usado na fabricação de perfis para forros, janelas, chapas para confecção de calhas, molduras e outros acabamentos. É também muito usado na confecção de tubos de água e esgoto, em isolamento de fios e cabos elétricos, em eletrodutos e eletrocalhas. Aproximadamente 62% da demanda total de PVC no Brasil é consumido na Construção Civil. Nessas aplicações o PVC mostra excelente relação custo-benefício se confrontado com a de materiais concorrentes como a madeira, metais e cerâmicas, além de apresentar vantagens facilmente perceptíveis em quesitos como comportamento antichama, resistência química e ao intemperismo, isolamento térmico e acústico, facilidade de instalação, baixa necessidade de manutenção e excelente acabamento e estética, dentre outras (JR., NUNES, & ORMANJI, 2006).

O segmento de perfis, o qual engloba chapas rígidas, é o de maior potencial de crescimento no Brasil, alavancado por aplicações em esquadrias, revestimentos internos e externos, diversos perfis de acabamento e displays para comunicação visual (JR., NUNES, & ORMANJI, 2006).

⁹ <http://reforma Facil.com.br/produtos/portas-e-janelas-de-pvc/o-pvc-na-construção-civil/> - Acesso em 19 de janeiro de 2018.

Thaís Helena Martinetti, engenheira responsável pelo desenvolvimento de produtos da INFIBRA, destaca que essa grande aceitabilidade se deve à praticidade, leveza, facilidade de limpeza e versatilidade de produtos e formas que o produto pode assumir.¹⁰

Deve-se observar que PVC é um material auto extingüível, entretanto, sua combustão libera gases tóxicos letais como por exemplo monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e ácido clorídrico (HCl), além de benzeno (C₆H₆), toluenos (C₇H₈) e isocianetos (PROTEÇÃO, 2018).

5.2. USO DE REVESTIMENTO COM PERFIS DE PVC EM PAREDES: NORMAS VIGENTES

O revestimento de paredes com a utilização de perfis de PVC vem sendo uma forma adaptada da utilização da tecnologia dos forros de PVC. Observando que esta tecnologia serviria como uma solução econômica para revestir ambientes que sofrem com infiltrações de água e umidade elevada, algumas construtoras passaram a utilizá-la como revestimento de contenções em seus empreendimentos.

Porém, não existem normas técnicas que balizem o uso dos perfis de PVC como revestimento de paredes. Assim, tem ficado a critério de cada empresa instaladora adequar as normas que existem para forros de PVC (Quadro 1), para os componentes utilizados para revestimento de paredes.

Quadro 1 - Normas ABNT para forros de PVC rígido

NBR 14285-1	Requisitos.
NBR 14285-2	Métodos de ensaio.
NBR 14285-3	Procedimentos para estocagem, manuseio, instalação e operação.

Fonte: ABNT

As normas de produto (perfil de PVC para forro) devem ser observadas pelas empresas fabricantes de perfis oferecendo produtos ao mercado. A norma de

¹⁰ <http://reformafacil.com.br/produtos/portas-e-janelas-de-pvc/o-pvc-na-construção-civil/> - Acesso em 19 de janeiro de 2018.

procedimentos para estocagem, manuseio, instalação e operação (instalação em obra), por sua vez, auxilia as instaladoras de forros. As primeiras independem do uso que se faz do perfil, enquanto a de procedimentos, ainda que destinada a forros, pode auxiliar as empresas que desejam utilizar os perfis como revestimento de paredes de contenção, embora não seja específica para este fim.

As construtoras devem observar, ainda, as prescrições da ABNT NBR 15575:2013 que traz requisitos e critérios de desempenho, bem como a IT 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo que prescreve que os materiais utilizados como revestimentos e acabamento para tetos e forros devem enquadrar-se na Classe I ou II-A (Quadro 2), sendo que:

- A numeração I significa material incombustível;
- A numeração II-A indica que o material deve apresentar índice de propagação de chama (conforme a ABNT NBR 9442:1988) não superior a 25;
- A letra A indica que o material deve apresentar densidade de fumaça (conforme a ASTM E662:2017) não superior a 450.

Materiais enquadrados na categoria II, a partir da ABNT NBR 9442:1988, ou que não sofrem ignição no ensaio executado de acordo com a UBC 26-3 (anexo K da ABNT NBR 15575:2013), podem ser incluídos na classe II-A (Quadro 3), dispensando a avaliação por meio da ASTM E662:2017, desde que sejam submetidos especialmente ao ensaio de acordo com a UBC 26-3 e, nos primeiros cinco minutos deste ensaio, ocorra o desprendimento de todo o material do substrato ou se solte da estrutura que o sustenta e que, mesmo nesta condição, o material não sofra a ignição.

Quadro 2 - Classificação dos materiais exceto revestimento de piso

Método de ensaio		ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
Classe				
I		Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II	A	Combustível	$I_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$I_p \leq 25$	$D_m > 450$
III	A	Combustível	$25 < I_p \leq 75$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$25 < I_p \leq 75$	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	$75 < I_p \leq 150$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$75 < I_p \leq 150$	$D_m > 450$
V	A	Combustível	$150 < I_p \leq 400$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$150 < I_p \leq 400$	$D_m > 450$
VI		Combustível	$I_p > 400$	-

Nota:

Ip – Índice de propagação superficial de chama.

Dm – Densidade específica óptica máxima de fumaça.

Δm – Variação da massa do corpo de prova.

t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova.

ΔT – Variação da temperatura no interior do forno.

Fonte: (Corpo de Bombeiros, 2011)

Quadro 3 - Classificação dos materiais especiais que não podem ser caracterizados através da NBR 9442 exceto revestimento de piso

Método de ensaio		ISO 1182	EN 13823 (SBI)	EN ISO 11925-2 (exp. = 30 s)
Classe				
I		Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}C$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10 s$	-	-
II	A	Combustível	FIGRA $\leq 120 W/s$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 7,5 MJ$ SMOGRA $\leq 180 m^2/s^2$ e TSP600s $\leq 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 60 s
	B	Combustível	FIGRA $\leq 120 W/s$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 7,5 MJ$ SMOGRA $> 180 m^2/s^2$ ou TSP600s $> 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 60 s
III	A	Combustível	FIGRA $\leq 250 W/s$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 15 MJ$ SMOGRA $\leq 180 m^2/s^2$ e TSP600s $\leq 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 60 s
	B	Combustível	FIGRA $\leq 250 W/s$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 15 MJ$ SMOGRA $> 180 m^2/s^2$ ou TSP600s $> 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 60 s
IV	A	Combustível	FIGRA $\leq 750 W/s$ SMOGRA $\leq 180 m^2/s^2$ e TSP600s $\leq 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 60 s
	A	Combustível	FIGRA $\leq 750 W/s$ SMOGRA $> 180 m^2/s^2$ ou TSP600s $> 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 60 s
V	A	Combustível	FIGRA $> 750 W/s$ SMOGRA $\leq 180 m^2/s^2$ e TSP600s $\leq 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 20 s
	B	Combustível	FIGRA $> 750 W/s$ SMOGRA $> 180 m^2/s^2$ ou TSP600s $> 200 m^2$	FS $\leq 150 mm$ em 20 s
VI		-	-	FS $> 150 mm$ em 20 s

Nota:

FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.

LFS – Propagação lateral da chama.

THR600s – Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600s de exposição às chamas.

TSP600s – Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600s de exposição às chamas.

SMOGRA – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência.

FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado.

Fonte: (Corpo de Bombeiros, 2011)

Segundo a ABNT NBR 15575:2013 com base nos Quadros 2 e 3 anteriores, as superfícies internas das vedações verticais externas (fachadas) e todas as superfícies das vedações verticais internas devem ser classificadas como:

- A) I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;
- B) I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;
- C) I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação;
- D) I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com Dm inferior a 100.

A ABNT NBR 15575-1 também indica a Vida Útil de Projeto (VUP) para cada parte da edificação (Quadro 4), classificando em três níveis: mínimo, intermediário e superior. Entretanto, não indica a VUP para revestimento não aderido em paredes.

Quadro 4 - Exemplos de VUP* aplicando os conceitos do Anexo C da NBR 15575-1

Parte da edificação	Exemplos	VUP anos		
		Mínimo	Intermediário	Superior
Revestimento interno aderido	Revestimento de piso, parede e teto: de argamassa, de gesso, cerâmicos, pétreos, de tacos e assoalhos e sintéticos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Revestimento interno não aderido	Revestimentos de pisos: têxteis, laminados ou elevados; lambris; forros falsos	≥ 8	≥ 10	≥ 12

*considerado periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo Manual de uso, Operação e Manutenção elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

Fonte: (MARTINS, THOMAZ, & DEL MAR, 2013)

Pode-se enquadrar através dos quadros já mencionados o uso do PVC como revestimento vertical não aderido em paredes, na classificação I ou II A (Quadro 3) e sua Vida Útil de Projeto VUP de no mínimo 8 anos (Quadro 4).

Um outro ponto a ser considerado também é a forma de instalação. Como não há normas relativas à aplicação dos perfis em PVC como revestimento de paredes, cada empresa acaba criando um método de instalação próprio ao uso em paredes adequando o método prescrito para forros. Daí a importância de se sintetizar o método construtivo do revestimento de paredes com perfis de PVC que será abordado a partir do estudo de caso apresentado na sequência.

6. ESTUDO DE CASO

6.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO COM FOCO NAS CONTENÇÕES

A obra em análise é um edifício comercial novo e não ocupado localizado no bairro da Vila Nova Conceição, na cidade de São Paul, com quinze pavimentos e quatro subsolos, sendo a área total de revestimento das contenções dos subsolos de 2190 m².

A contenção especificada em projeto para os subsolos foi a parede diafragma com espessura de 40 cm e lamelas com comprimentos entre 2,50 m a 3,20 m.

O empreendimento está localizado em uma região onde o nível d'água encontra-se a -2,50 m da superfície do terreno. O piso do último subsolo está à -11,30 m do nível do pavimento térreo, o que leva a infiltrações constantes em todos os 4 (quatro) subsolos.

A infiltração nos subsolos, demandou em várias situações e por muitas vezes o tamponamento dos pontos de infiltração que surgiam nas paredes diafragmas com a utilização de cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida, fornecido pela empresa *Viapol*; porém, sem sucesso, pois as infiltrações sempre reapareciam em outro ponto das paredes.

Assim foi necessário encontrar uma solução que evitasse futuras reclamações dos usuários e síndicos, mesmo que paliativa para as infiltrações de água, isto é, as infiltrações até poderiam ocorrer, mas não poderiam causar danos estéticos às garagens, já que em outros empreendimentos feitos anteriormente pela construtora apresentaram problemas com infiltrações de água e queixas dos condôminos. E após feito um estudo comparativo entre o revestimento em massa única que era usado normalmente pela construtora para revestir as contenções nestes ambientes e os revestimentos não aderido em perfis de PVC, chapas de drywall e placas cimentícias, conforme mostrado a seguir, analisando vantagens e limitações entre estes tipos de revestimentos e após uma escolha preliminar onde foi escolhido dois tipos entre as quatro analisadas, para uma análise mais aprofundada.

6.2. VANTAGENS E LIMITAÇÕES ENTRE OS REVESTIMENTOS PASSÍVEIS DE UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONTENÇÃO

Para subsidiar a escolha entre os diferentes sistemas de revestimentos passíveis de serem empregados em paredes de contenção tipo diafragma, foram analisadas as vantagens e limitações oferecidas pelos revestimentos feitos em massa única, painéis de *drywall* com placas de gesso acartonado ou com placas cimentícias e revestimento não aderido com perfis de PVC.

Para isso foi elaborado o Quadro 5, em que são registradas as principais vantagens e limitações desses sistemas.

Quadro 5 - Vantagens e limitações das soluções de revestimentos aplicadas em parede diafragma

SOLUÇÕES	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
<u>Massa única</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consolidado no mercado; ✓ Fácil mão de obra; ✓ Domínio na execução; ✓ Facilidade na aquisição de materiais; ✓ Incombustível; não propaga chamas ou fumaça. 	<ul style="list-style-type: none"> × Requer manutenção constante, devido ao aparecimento de novos pontos de umidade; × Requer acabamento final (pintura, textura, etc.); × Grande número de etapas para execução (lavagem, chapisco, emboço e acabamento); × Baixa produtividade.
<u>Painéis de Drywall</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consolidado no mercado; ✓ Fácil execução; ✓ Facilidade na aquisição de materiais; ✓ Materiais com certificação PBQP; ✓ Incombustível; não propaga chamas ou fumaça. 	<ul style="list-style-type: none"> × Fragilidade contra impactos; × Requer acabamento final (pintura, textura, etc.); × Fragilidade frente a umidades excessivas; × Requer atenção com relação as juntas (fissuração).
<u>Placas cimentícias</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consolidado no mercado; ✓ Fácil execução; ✓ Facilidade na aquisição de materiais; ✓ Materiais com certificação PBQP; ✓ Incombustível; não propaga chamas ou fumaça. 	<ul style="list-style-type: none"> × Fragilidade contra impactos com elevada energia; × Requer acabamento final (pintura, textura, etc.); × Requer atenção com relação as juntas (fissuração).
<u>Perfis de PVC</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fácil execução; 	<ul style="list-style-type: none"> × Fragilidade contra impactos; × Falta de normatização;

SOLUÇÕES	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não requer aplicação de outro acabamento (pintura, textura, etc.); ✓ Resistência a água; ✓ Execução mais limpa do que os demais processos acima. 	<ul style="list-style-type: none"> × Tecnologia não consolidada no mercado; × Poucas empresas instaladoras; × Ainda que não propague chamas, sua combustão leva a liberação de gases altamente tóxicos.

Fonte: o autor

Após o estudo do Quadro 5, foi escolhido para análise do próximo item, o revestimento em massa única (tecnologia já utilizada pela construtora em obras anteriores) e o revestimento em perfis de PVC que apresentou a vantagem de ser resistente a água, muito embora tenha o problema de exalar gases tóxicos quando queimado. Entretanto, como se trata de uma área de baixa permanência de pessoas, a empresa considerou que este aspecto não seria impeditivo para a sua utilização.

6.3. ANÁLISE PARA A ESCOLHA DA TECNOLOGIA

Para a escolha da tecnologia, foram considerados a produtividade e o custo para revestir os quatro subsolos, totalizando 2190 m² de parede diafragma.

Primeiramente foi analisada a produtividade para se executar um revestimento em massa única usando mão de obra terceirizada (empreitada). A produtividade média de um pedreiro da empreiteira para execução de um revestimento em massa única é de 27,5 m²/dia para uma equipe de um pedreiro e um servente, sendo que a fase de chapisco a produtividade é de 80m²/dia com a mesma equipe e para limpeza previa a produtividade é de 100 m²/dia para uma equipe de dois serventes.

Assim foi possível obter os valores que seguem:

Para executar a limpeza previa (equipe de dois serventes):

$$\frac{2190 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2/\text{dia}} = 21,9 \text{ dias}$$

Para execução do chapisco (equipe de um pedreiro e um servente):

$$\frac{2190 \text{ m}^2}{80 \text{ m}^2/\text{dia}} = 27,4 \text{ dias}$$

Para execução do revestimento em massa única (equipe de um pedreiro e um servente):

$$\frac{2190 \text{ m}^2}{27,5 \text{ m}^2/\text{dia}} = 79,6 \text{ dias}$$

Para a execução do revestimento em massa única a partir dos dados de produtividade antes apresentados, seriam necessários 85 dias trabalhados para a finalização conforme cronograma anexo (Apêndice A), tendo-se considerados os serviços realizados em sequencia por trechos. Considerou-se, ainda, que todos os materiais estarão disponíveis na área de trabalho. Portanto, não foi levado em consideração a produtividade e o custo para abastecimento dos subsolos.

Em seguida, foi possível analisar o custo referente à mão de obra e materiais. Para isto, empregou-se a base da SINAPI para valores atuais (junho de 2018), tendo sido criada a Tabela 1 onde foi obtido o valor de R\$ 59,36/m² referente à mão de obra e materiais para execução do revestimento em massa única, considerando-se ainda o serviço de pintura.

Tabela 1 - Custo unitário da mão de obra e materiais para revestimento em massa única com aditivo impermeabilizante.

Código	Serviço		Custo unitário/m²
73948/2	Limpeza	M.O.+Mat.	R\$ 10,12
87873	Chapisco		R\$ 4,34
98561	Massa única (argamassa impermeabilizada) traço 1:1:6 (cimento, cal e areia média)		R\$ 33,41
88489	Pintura manual com tinta látex acrílica em parede		R\$ 11,49
Custo total/m²			R\$ 59,36

Fonte: (SINAPI, 2018)

Com o custo total do m² para execução do revestimento em massa única, verificou-se que, para revestir 2190 m² de parede diafragma seria preciso desembolsar: 2190 m² x R\$ 59,36 = **R\$ 129.998,40**.

A produtividade do revestimento com perfis de PVC segundo a empresa instaladora Apoio Forros é de 40 m²/dia. Portanto, seriam necessários para executar o revestimento em perfis de PVC:

$$\frac{2190 \text{ m}^2}{40 \text{ m}^2/\text{dia}} = 54,8 \text{ dias}$$

O custo para executar o serviço de revestimento com perfis de PVC e já inclusa a mão de obra é de R\$ 45,00/m² (valores junho de 2018).

Entretanto, deve ser acrescido o custo para a execução do rodapé que servirá como canaleta para conduzir a água das infiltrações até o poço de águas pluviais. O custo é apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 - Custo unitário da mão de obra e materiais para execução do rodapé

Código	Serviço		Custo unitário/m²
73132	Execução de alvenaria de tijolo cerâmico maciço 05x10x20 cm	M.O.+Mat	R\$ 66,18
87873	Chapisco		R\$ 4,34
98561	Massa única (argamassa impermeabilizada) traço 1:1:6 (cimento, cal e areia média)		R\$ 16,71*
88489	Pintura manual com tinta látex acrílica em parede		R\$ 11,49
Custo total/m²			R\$ 98,72

Fonte: (SINAPI, 2018)

* para panos largura menor que 50 cm, é usual cobrar 50% do valor do revestimento

Neste empreendimento foi levantado 646,80 metros lineares de rodapé que dá 32,34 m² para revestimento e pintura, assim o custo para revestir o rodapé é:

$$32,34 \text{ m}^2 \times \text{R\$ } 98,72 = \text{R\$ } 3.192,05$$

Portanto, deve-se considerar o custo do revestimento em perfis de PVC a soma do custo do rodapé somado com o custo da instalação dos perfis de PVC propriamente dito e da limpeza do local (Tabela 3).

Tabela 3 - Custo unitário para revestimento com perfis de PVC

Código	Serviço		Custo unitário/m²	
73948/2	Limpeza	M.O.+Mat	R\$	10,12
	Perfis de PVC		R\$	45,00
Custo total/m²			R\$	55,12

Fonte: o autor

Assim sendo, o custo total para 2190 m² de parede diafragma seria de: 2190 m² x R\$ 55,12 = R\$ 120.712,80 + R\$ 3.192,05 = **R\$ 123.904,85**.

Assim, a escolha foi pelo revestimento em PVC que além de ser economicamente viável, também mostrou ser limpo e mais rápido (tempo estimado de 56 dias trabalhados para execução conforme cronograma anexo (Apêndice A)).

6.4. MÉTODO CONSTRUTIVO DO REVESTIMENTO COM PERFIS DE PVC

Neste item é apresentado o método de instalação adotado pela empresa *Apoio Forros*, contratada para execução do revestimento das paredes de contenção do empreendimento objeto do estudo de caso.

Aplicado nos subsolos, a sua instalação deu-se por fixação através de parafusos autobrocantes em perfis metálicos em aço galvanizado e encaixe macho-fêmea dos perfis de PVC. As emendas entre lâminas são feitas com auxílio de perfil canaleta em PVC, que proporciona adequado acabamento.

Para evitar que futuros vazamento de água da parede diafragma possa invadir as áreas dos subsolos é necessário executar antes da instalação do revestimento, um rodapé em alvenaria e encaminhar a água até o sistema de coleta de águas pluviais do pavimento, ou, se for o ultimo piso do subsolo a construção de uma canaleta para a coleta e encaminhamento da água advinda do lençol freático para o poço de águas pluviais.

O rodapé não necessita ser alto, podendo ter entre 5 e 10 cm de altura. Deve-se que determinar os pontos para captação da água (ralos) e canalizar a descida da água para o pavimento inferior até a chegada ao poço de águas pluviais. Com isto evita-se que a água vinda do lençol freático e vasa pelas contenções se espalhe e se acumule pelo piso das garagens.

O rodapé deverá ser impermeabilizado para evitar infiltrações e manchas de bolor ou mofo na superfície voltada para o ambiente da garagem.

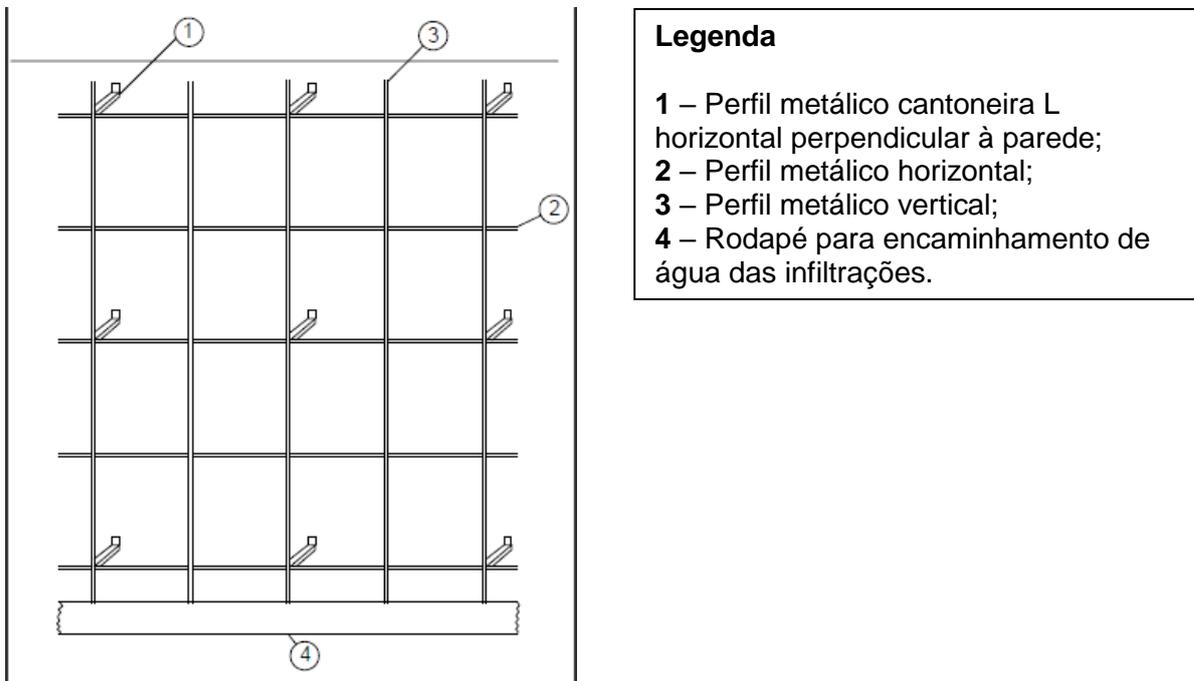
Para que ao final da instalação o resultado seja satisfatório, devem ser observados os seguintes procedimentos:

- Limpeza: Como as paredes diafragmas são feitas em lamelas escavadas no solo, após a escavação do subsolo elas se encontram sujas de terra e lama bentonítica necessitando, portanto, de adequada limpeza. Essa realizada através de jatos d'água com lavadora de alta pressão e remoção dos borrões de concreto através do uso de rompedor leve (martetele de 10 ou 15 kg);
- Tamponamento: como a execução das paredes diafragma usualmente exige o emprego de tirantes provisórios, quando é feita a sua desativação, resulta um furo pelo qual há a passagem de água proveniente do solo, a qual que deve ser estancada antes da instalação do revestimento. Para isso foi utilizado cimento de pega ultra-rápida fornecido pela empresa *Viapol* para tamponar a saída de água;
- Definição do plano do revestimento: deve ter início pela identificação do ponto crítico em relação ao prumo, alinhamento ou mesmo protuberâncias. Para isto, deve ser observando o aspecto geral da concretagem das paredes, verificando-se as regiões onde o concreto saiu do alinhamento da parede criando protuberâncias, tanto na vertical quanto na horizontal (são os chamados borrões). Para tentar melhorar e diminuir estes "borrões" é feito um acerto utilizando um rompedor leve na fase da limpeza. Após feito isso é feita a marcação para iniciar a etapa seguinte;
- Determinação do alinhamento do revestimento: após localizado e definido o ponto crítico, deve-se determinar o alinhamento do revestimento. Para tanto, devem ser consideradas as dimensões mínimas que o subsolo deverá ter, optando, sempre que possível, por manter as medidas do projeto arquitetônico. Consideradas as dimensões mínimas da área do subsolo é possível determinar a distância máxima que o revestimento terá em relação à parede diafragma que geralmente fica entorno de 20 cm ou numa distância que seja possível a instalação da drenagem da água oriunda do solo,

segundo a empresa instaladora *Apoio Forros* contratada. Também é observada a determinação do prumo.

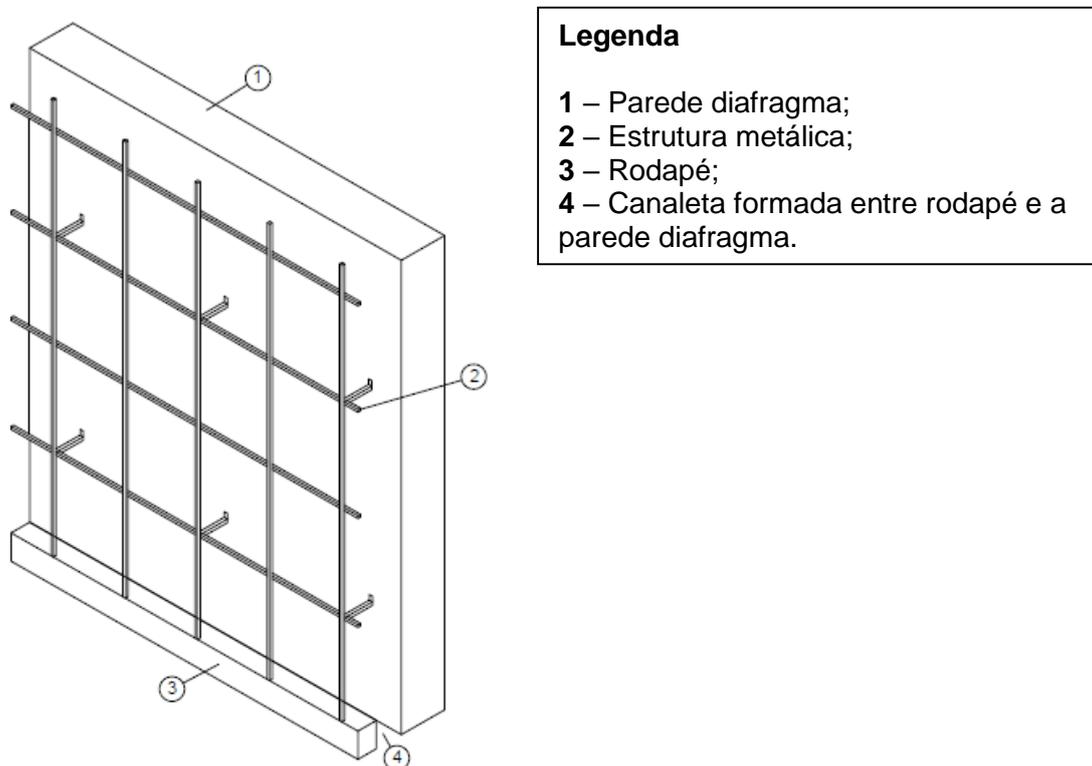
- Estruturação: é feita sobre o rodapé que foi criado para conter e encaminhar a água até o poço de águas pluviais. São fixados os perfis metálicos de dimensões 20 x 20 mm em aço galvanizado (Figura 16-A) no topo do rodapé formando a estrutura de sustentação que receberá os perfis de PVC. Para essa etapa é definido o aprumo dos perfis metálicos verticais através perfis cantoneiras em L metálicos de 25 mm (Figura 16-B) horizontais fixados perpendicularmente na parede diafragma a cada 1,20 m com auxílio de parafusos tipo auto tarraxante cabeça panela 4,8 x 45 mm (Figura 17-A) e bucha de nylon (Figura 17-B), após isso são colocados os perfis metálicos 20 x 20 mm horizontais fixando-os nos perfis cantoneiras que foram parafusados na parede diafragma anteriormente e para a sua fixação foi usado parafusos tipo autobrocante cabeça flangeada 4,2 x 13 mm (Figura 18) e em seguida fixados nos perfis metálicos 20 x 20 mm verticais sobre os perfis horizontais conforme pode ser visto na Figura 13 e 14. Com o auxílio de equipamento de nível laser é feita a determinação do alinhamento da estrutura metálica ao longo da parede diafragma para que assim possa ser feita a instalação dos perfis de PVC. Os perfis metálicos verticais são distanciados entre si a cada 0,60 m e travados em sua altura por perfis horizontais distantes entre si em torno de 0,70 m e dispostos ao longo da altura da parede diafragma no pavimento em questão. A Figura 15 mostra o aspecto final da estruturação;

Figura 13 - Detalhe da montagem da estrutura metálica de suporte dos perfis de PVC



Fonte: o autor

Figura 14 - Perspectiva da montagem da estrutura



Fonte: o autor

Figura 15 - Sequência de montagem da estrutura metálica



Fonte: Acervo do autor

- Camada de acabamento em perfis de PVC: os perfis de PVC são posicionados e nivelados começando de baixo para cima. A instalação dos perfis ocorre na seguinte ordem: Primeiramente é fixado sobre o rodapé e fixado na estrutura metálica um acessório chamado canaleta (Figura 19 - A) e a partir daí que inicia a instalação dos perfis de PVC, vão sendo encaixados de baixo para cima até encostar no teto onde será colocado uma canaleta de acabamento (Figura 19 - A) (arremate), todo o processo é fixado através de parafusos autobrocante cabeça flangeada 4,2 x 13 mm (mesmos parafusos utilizados em chapas de gesso para *drywall*) no encaixe fêmea junto ao perfil metálico. Para fazer as emendas entre dois perfis de PVC é usado uma canaleta de união própria para encaixar os perfis e assim dar um melhor acabamento (Figura 19 - B). Após a instalação do revestimento não aderido em perfis de PVC, o aspecto final do revestimento é o mostrado na Figura 20 e Figura 21.

Figura 16 - (A) Tubo quadrado 20x20mm (B) Perfil L 25x25mm



Fonte: Acervo do autor

Figura 17 - (A) Parafuso cabeça panela (B) Bucha de nylon



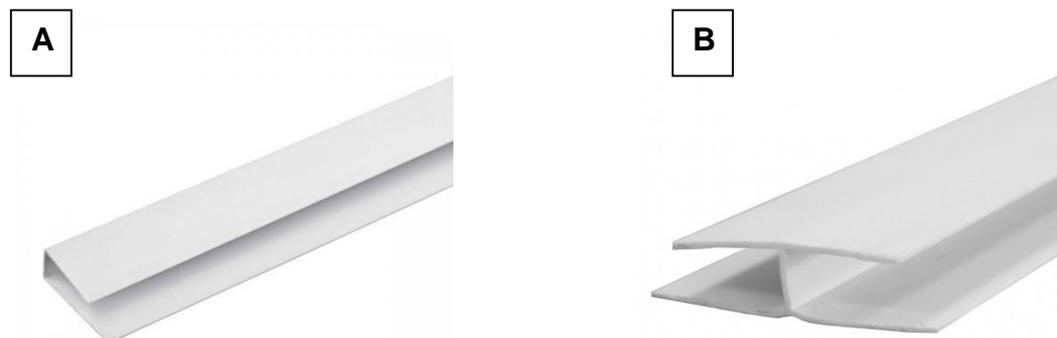
Fonte: Acervo do autor

Figura 18 - Parafuso autobrocante



Fonte: Acervo do autor

Figura 19 - (A) Canaleta (B) Canaleta união



Fonte: Acervo do autor

Figura 21 - Revestimento pronto

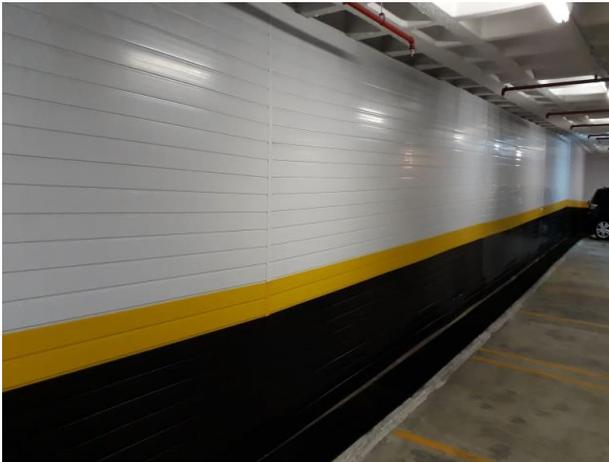
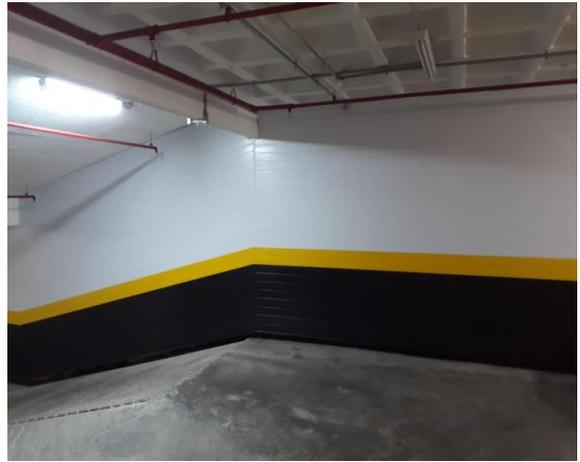


Figura 20 - Revestimento pronto



Fonte: Acervo do autor

Foi criado um Procedimento de Execução de Serviços – PES (Figura 22), que pode auxiliar a obra na hora da execução do revestimento como também uma ficha de verificação de Serviço – FVS (Figura 23).

Figura 22 - Procedimento de Execução de Serviços

LOGO EMPRESA	PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS		Nº: PES-01	REVISÃO: 00	DATA: 15/09/2016	PAGINA: 1/1
	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM PERFIL DE PVC NOS SUBSOLOS		FUNÇÃO: INSTALADOR			
ELABORADO E FORMATADO POR:		REVISADO E CONFERIDO POR:		ANALISADO CRITICAMENTE E APROVADO POR:		
ANÁLISE CRÍTICA: Documento analisado criticamente e aprovado quanto à adequação.		ASSINATURA APROVAÇÃO:				
RECURSOS NECESSÁRIOS			ITENS DE SEGURANÇA			
<ul style="list-style-type: none"> • Lavadora de pressão (vap) • Rompedor leve (marteleto) • Cimento de pega rápida (Pó 2) • Lápis de carpinteiro • Trena metálica • Nivel Laser • Parafusos cabeça panela 4,5 x48mm • Parafusos autobrocante cabeça flangeada 4,2x13mm • Tubo metálico galvanizado 20x20 mm • Perfil metálico galvanizado L 25x25 mm 			<ul style="list-style-type: none"> • Linha de Nylon • Martelo • Furadeira • Chave de fenda • Chave Philips • Tesoura p/ corte de metal • Pano para limpeza • Vassoura 		EPIS: <ul style="list-style-type: none"> • Capacete • Óculos de segurança • Luvas de vaqueta • Protetor auricular 	
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:			CUIDADOS ESPECIAIS:			
<ul style="list-style-type: none"> • Projeto de arquitetura do ambiente 			<ul style="list-style-type: none"> • Observar saliências da parede diafragma • Observar se o sistema de captação e o rodape estão feitos e impermeabilizados 			
SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO						
01	Fazer a limpeza das paredes com a utilização da lavadora de pressão, removendo terra e lama que venham a ter na superfície das paredes.					
02	Verificar a existência de saliência (borrões) no concreto das paredes e remove-los com o auxílio de um rompedor leve, diminuindo assim os possíveis pontos críticos.					
03	Executar o tamponamento dos pontos dos tirantes com o uso de cimento de pega-rápida, assim reduzindo ou até sanando o afloramento de água vinda do lençol freático.					
04	Definição do plano do revestimento identificando o ponto crítico da parede, estudando a melhor maneira para a execução do revestimento.					
05	Definição do alinhamento do revestimento, observando o ponto crítico e dimensões mínimas da área do subsolo. Determinando os alinhamentos horizontal e vertical do revestimento.					
06	Executar a estrutura metálica, fixando os perfis L na parede diafragma e na sequência fixando os tubos metálicos 20x20mm horizontais nos perfis L, na sequência fixar os tubos metálicos 20x20mm verticais sobre os tubos já instalados horizontalmente.					
07	Fixação das canaletas de PVC sobre o rodapé e no teto. Posicionar os Perfis de PVC na canaleta iniciando de baixo para cima, fixando-os com parafuso. Nos encontros entre os perfis de PVC usa a canaleta de união.					
08	Limpar a superfície do revestimento pronto com auxílio de um pano limpo.					

Fonte: o autor

Figura 23 - Ficha de Verificação de Serviços

Logo Empresa		Sistema de Gestão da Qualidade										Identificação: FVS.00	
												Revisão: 00	
FVS - REVESTIMENTO DE PVC													
LOCAL DE INSPEÇÃO:													
Amostragem: 100% do serviço													
		LOCAL (Subsolo)											
ITEM	MÉTODO DE VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIA											
Verificação do alinhamento vertical (Prumo)	Utilização de régua nível	desvio máx. 4mm											
Verificação do alinhamento horizontal dos perfis de PVC instalados	Utilização de Nivel Laser	desvio máx. 4mm											
	Planicidade com régua de alumínio	desvio máx. 3mm											
Acabamento	Limpeza	-											
	Acabamento visualmente	-											
Legenda	Ainda não inspecionado: Em branco	APROVADO O										REINSPECIONADO E APROVADO <input type="checkbox"/>	
OCORRÊNCIA DE NÃO-CONFORMIDADE E TRATAMENTO													
Número		Local										Solução	
Inspeccionado por:		Data da abertura da FVS: / /										Data de fechamento da FVS: / /	

Fonte: o autor

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou o uso de um novo revestimento vertical, produzido a partir de perfis de PVC que tem como principal objetivo melhorar o aspecto visual de ambientes que sofrem infiltrações e umidades em subsolos de edifícios.

O autor foi motivado a abordar o tema devido à sua experiência na execução do revestimento na obra do estudo de caso. A realização do trabalho trouxe algumas dificuldades sobretudo, devidas à falta de materiais bibliográficos sobre o assunto. Entretanto, acredita-se que as informações sistematizadas a partir do estudo de caso poderão se constituir em referência para os que se interessarem em aplicar a tecnologia.

O uso dos perfis de PVC como revestimento vertical mostra-se ser uma solução tecnológica viável devido à sua praticidade de execução o que, na fase de execução da obra do estudo de caso, foi considerado um grande sucesso comparado com o método tradicional de revestimento aderido utilizado em obras anteriores.

Os perfis de PVC podem ser utilizados como revestimento não aderido em outros tipos de contenções, como por exemplo, nas contenções em estacas tipo hélice contínua ou nas contenções com perfis metálicos e pranchas, observando que nestas condições deve-se realizar algumas etapas a mais, como fechamento do espaço entre as estacas no caso da hélice contínua, ou a construção de uma alvenaria à frente dos perfis metálicos quando as pranchas utilizadas forem de madeira.

Entretanto, sua utilização em escala pelo segmento de edificações é dificultada pela falta de normatização dos métodos de instalação e ensaios tecnológicos que atestem o seu desempenho adequado. Por isto, como última contribuição deste trabalho, recomenda-se aos agentes da cadeia produtiva que se dediquem a produzir material técnico que subsidie a elaboração de uma norma específica que possa respaldar a utilização da tecnologia pelo meio técnico, pois um aspecto que pode preocupar é a potencial liberação de gases tóxicos quando da combustão do PVC, que pode restringir o uso em determinados ambientes. Daí a importância de se adquirir as lâminas de PVC segundo as normas de produto.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM E662. In: _____ **ASTM E662-17a**: Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials. West Conshohocken PA: [s.n.], 2017
- AGM. (2011). *Projeto*. Acesso em 28 de dezembro de 2017, disponível em AGM Geotecnica: <http://www.agmgeotecnica.com.br/projeto.php?id=4>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14285-1. In: _____ **NBR 14285-1**: Perfis de PVC rígido para forros - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14285-2. In: _____ **NBR 14285-2**: Perfis de PVC rígido para forros - Parte 2: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14285-3. In: _____ **NBR 14285-3**: Perfis de PVC rígido para forros - Parte 3: Procedimentos para estocagem, manuseio, instalação e operação. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14285-3. In: _____ **NBR 15575:2013**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7200. In: _____ **NBR 7200:1998**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro: [s.n.], 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9442. In: _____ **NBR 9442:1988**: Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de ensaio. Rio de Janeiro: [s.n.], 1988.
- BRASKEN. (1 de julho de 2002). *Boletim Técnico número 7, revisão 1*. Acesso em 19 de janeiro de 2018, disponível em Brasken: www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletim_tecnico/Tecnologia_do_PVC_Expandido.pdf
- Corpo de Bombeiros, P. d. (2011). Controle de materiais de acabamento e de revestimento. Em P. d. Corpo de Bombeiros, *Instrução Técnica nº 10*. São Paulo: SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA.

- Estadão. (15 de janeiro de 2017). *Radar Imobiliário*. Acesso em 18 de setembro de 2017, disponível em <http://economia.estadao.com.br/blogs/radar-imobiliario/infiltracao-em-garagem-e-dor-de-cabeca-para-predios/>
- FAZFACIL. (2017). *Reforma Construção*. Acesso em 2018 de janeiro de 30, disponível em Faz Fácil: <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/como-fazer-o-emboco/>
- FERRETTI, P. C. (2011). *Conteúdo*. Acesso em 28 de dezembro de 2017, disponível em Forum da Construção: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=210>
- GECONSUL. (2011). *Obras*. Acesso em 28 de dezembro de 2017, disponível em Geconsul - Gerenciamento, Engenharia e Consultoria: http://geconsul.com.br/index.php?ir=obras_detalhes&id=36
- HABITISSIMO. (2013). *Cobrindo parede de alvenaria por drywall*. Acesso em 28 de dezembro de 2017, disponível em Habitissimo: https://fotos.habitissimo.com.br/foto/cobrindo-parede-de-alvenaria-por-drywall_338951
- HACHICH, W., FALCONI, F. F., SAES, J. L., FROTA, R. G., CARVALHO, C. S., & NIYAMA, S. (1998). *Fundações: Teoria e Prática* (2 ed.). São Paulo: PINI.
- JR., A. R., NUNES, L. R., & ORMANJI, W. (2006). *Tecnologia do PVC* (2ª ed.). São Paulo: Pro Editores.
- MARTINS, J. C., THOMAZ, E., & DEL MAR, C. P. (2013). *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013 - Câmara Brasileira da Indústria da Construção*. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação.
- MEDEIROS, H. (2012). *Obras*. Acesso em 28 de dezembro de 2017, disponível em Téchne: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/186/artigo287986-3.aspx>
- NH. (2017). *Paredes em drywall*. Acesso em 28 de dezembro de 2017, disponível em Center Gesso NH: <http://centergessonh.com.br/site/?product=paredes-em-dry-wall>
- PEDRAS, 3. T. (2017). *Materiais de Construção*. Acesso em 30 de janeiro de 2018, disponível em 3D Telhas e Pedras:

<http://www.3dtelhaspedras.com.br/materiais-de-construcao/cimenticios/placas-cimenticias/>

PRATIKA. (2016). *Pratika Serviços em Reformas e Construção*. Acesso em 28 de dezembro de 2017, disponível em Hot Frog: <https://www.hotfrog.com.br/companhia/mg/poços-de-caldas/pratika-serviços-em-reformas-e-construção>

PROTEÇÃO, R. (2018). Acesso em 28 de setembro de 2018, disponível em PROTEÇÃO: http://www.protecao.com.br/upload/protecao_noticia/file5850.pdf

RODRIGUES, H. B., LEMOS, D. C., & CANTO, V. C. (2007). *Fundações*. Acesso em 28 de agosto de 2018, disponível em Sites Google: <https://sites.google.com/site/5135fundacoes20072/home>

SINAPI. (2018). *SINAPI*. Acesso em 29 de julho de 2018, disponível em Caixa: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_664

TAMAKI, L. (2010). *Cortina Pronta*. Acesso em 11 de junho de 2018, disponível em Téchne: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/cortina-pronta-veja-os-sistemas-mais-usados-na-construcao-285487-1.aspx>

WATANABE, R. M. (2013). *Infiltrações*. Acesso em 30 de janeiro de 2018, disponível em Ebanataw: <http://www.ebanataw.com.br/infiltracoes/caso28.htm>

