



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005

ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

MURILO DO AMARAL POLL

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO CONTRAPISO AUTONIVELANTE EM RELAÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL

Palmas – TO

2018/1

MURILO DO AMARAL POLL

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO CONTRAPISO
AUTONIVELANTE EM RELAÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL**

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Denis Cardoso Parente

Palmas – TO

2018/1

MURILO DO AMARAL POLL

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO CONTRAPISO
AUTONIVELANTE EM RELAÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL**

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Denis Cardoso Parente

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Denis Cardoso Parente

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, pilar principal da minha existência, por ser o guardador dos meus dias e eu ser uma obra em suas mãos.

A minha família por todo incentivo e por nunca ter deixado de me corrigir quando necessário. Aos colegas de caminhada pelas incontáveis noites de estudo. Aos professores e mestres pela colaboração em minha formação pessoal e profissional. Ao orientador professor Denis Cardoso Parente pela atenção e ensinamentos. A construtora Paulo Mendes por ter aberto as portas. Aos engenheiros e amigos Paulo César, Luís Guilherme, Murilo Lima e Patrick Limberger pelo companheirismo e dedicação.

RESUMO

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso da utilização de argamassa autonivelante para contrapiso em edificações localizadas em Palmas/TO no ano de 2017, e suas implicações com a qualidade, produtividade e custos do produto final. O objetivo foi identificar as vantagens econômicas do uso da argamassa autonivelante para contrapiso, em relação à argamassa do método de execução convencional, a farofa. Comparando o custo final por m² de cada método de execução de contrapiso com as respectivas composições disponíveis no SINAPI. O método foi à análise documental e de projetos feitos nas obras, utilizando-se de fichas de verificação de serviços e materiais que apropriavam o consumo de material e de mão de obra empregada no serviço. Os dados tabulados geraram indicadores que comprovaram a eficiência do produto. Os resultados indicaram que o uso da argamassa autonivelante para contrapiso reduziu o custo final. Conclui-se que, a utilização da argamassa autonivelante produziu um contrapiso com qualidade, reduziu o cronograma da obra, e ainda reduziu o valor final por metro quadrado.

Palavras-chave: Redução de custos. Contrapiso. Argamassa Autonivelante Produtividade.

ABSTRACT

In this work, a case study about the use of self-leveling mortar for underlayment in buildings located in Palmas/TO in 2017 was carried out as well as the implications of quality of the material, productivity and costs of the final product. The goal is to identify the economical advantages of the use of self-leveling mortar for underlayment compared to the mortar used in the conventional way, known as the "farofa". Comparing the final cost measured per square meters of each method of underlayment execution with the given compositions available in the SINAPI. The method in this study was the analysis of the documents and project written in the building sites, using the forms that showed the verification of services and materials showing the consumption and the labor employed in the construction service. The tabulated data produced indicators that prove the efficiency of the product. The results suggest the use of the self-leveling mortar for underlayment reduced the final cost. Thus, it can be concluded that the using the self-leveling mortar resulted in an underlayment with quality, reduced the timeline of the work conclusion, and also reduced the final value per square meter.

Keyword: Reduction of costs. Underlayment. Self-leveling Mortar. Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Teste de espalhamento.....	14
Figura 2 - Máquina fresadora e Aparência da laje após fresamento.....	16
Figura 3 - Aplicação do primer na laje e aparência da laje após fresamento e aplicação do primer.....	17
Figura 4 - Barreiras de madeira e sistema de juntas de isopor.....	18
Figura 5 - nível a laser e tripés de ferro.....	19
Figura 6 – Lançamento da argamassa autonivelante e esquema de aplicação da argamassa.....	19
Figura 7 – Régua “T” utilizada para regularização da superfície de contrapiso autonivelante.....	20
Figura 8 – Cura do contrapiso com umedecimento e cura do contrapiso ao ar livre.....	21
Figura 9 – Plantas baixas dos edifícios da Pam.....	29
Figura 10 – Edifícios Excellence e Imperador do lago.....	30
Figura 11 – (a) Edifício Excellence, contrapiso do tipo puxado (b) Edifício Imperador do lago, contrapiso autonivelante.....	30
Figura 12 – Imagem da plataforma Autodoc – obras da PAM.....	34
Figura 13 – Imagem da plataforma Autodoc – projetos.....	34
Figura 14 – Área de aplicação dos contrapiso autonivelante.....	35
Figura 15 – composições do SINAPI, utilizando a ferramenta OrçaFascio.....	37
Figura 16 – Área de aplicação dos contrapiso convencional.....	38
Figura 17 – composições do SINAPI, utilizando a ferramenta OrçaFascio.....	41
Figura 18 – Quadro resumo custo de execução.....	42
Figura 19 – Gráfico custo real x custo SINAPI.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo do contrapiso com mão-de-obra terceirizada.....	36
Tabela 2 – Volume de material (m ³) fornecido pela construtora.....	36
Tabela 3 – Custo do contrapiso com mão de obra própria.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	8
1.2	HIPÓTESE	8
1.3	OBJETIVOS	8
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	8
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	8
1.4	JUSTIFICATIVA	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	HISTÓRICO	10
2.2	CONTRAPISO	11
2.2.1	<i>Contrapiso convencional (CPC)</i>	11
2.2.2	<i>Contrapiso autonivelante (CPA)</i>	12
2.3	CONTROLE TECNOLÓGICO	13
2.4	EXECUÇÃO DO CONTRAPISO AUTONIVELANTE	15
2.5	VANTAGENS E DESVANTAGENS	21
2.6	MATERIAIS	23
2.7	CIMENTO	24
2.7.1	<i>Adições</i>	24
2.8	AREIA / AGREGADO MIÚDO	25
2.9	ADITIVOS	25
2.9.1	<i>Aditivos superplastificantes</i>	26
2.9.2	<i>Aditivos modificadores de viscosidade</i>	26
2.10	ARGAMASSAS	27
2.11	ÁGUA	27
	METODOLOGIA	28
2.12	CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDOS	28
2.13	LEVANTAMENTO DE DADOS DOS OBJETOS DE ESTUDOS	31
2.14	EXECUÇÃO DO ESTUDO	31
2.15	ANÁLISE DOS RESULTADOS	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32

3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	32
3.2	GERENCIAMENTO DE PROJETOS DA PAM	33
3.3	LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA O ESTUDO: ÁREAS	33
4	VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA AUTONIVELANTE PARA CONTRAPISO	35
4.1	VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA AUTONIVELANTE PARA CONTRAPISO UTILIZANDO O SINAPI	37
5	VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA CONVENCIONAL PARA CONTRAPISO	38
5.1	VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA CONVENCIONAL PARA CONTRAPISO UTILIZANDO O SINAPI	40
6	QUADRO RESUMO	42
7	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, uma nova técnica vem surgindo em relação à execução do contrapiso tradicional, o contrapiso está dentre algumas etapas importantes da construção de um edifício ou residência, pois antecede a colocação dos revestimentos cerâmicos de piso ou porcelanato.

Segundo Anderberg (2007), a nova técnica de execução do contrapiso foi desenvolvida na Finlândia em 1970, utilizando cimento Portland e aditivos químicos super plastificantes e fluidificantes, a fim de criar uma maneira fácil de nivelar pisos de concreto, gerando maior agilidade no serviço, e ajudando na logística da obra, pois em obras verticais de grande porte, o tráfego de elevadores do tipo cremalheiras são intensos.

Devido ao seu modo de execução auto adensável, a argamassa chega em caminhões betoneiras e são lançados através de tubulações dentro dos pavimentos, o contrapiso autonivelante promete além de agilidade na execução e qualidade do serviço, menor efetivo para execução.

Dentro dessa realidade, a argamassa autonivelante, é uma inovação construtiva que vem sendo muito usada em países da Europa, Estados Unidos e o Brasil, basicamente feito a partir do cimento, areia com granulometria apropriada, aditivo químico e água, o produto é muito fluido, preenchendo os espaços vazios de forma completa, permitindo um bom espalhamento nas áreas aplicadas, minimizando as possíveis falhas de execução do modelo tradicional de contrapiso (MARTINS, 2009).

Tanto a descoberta de novas técnicas para obras de engenharia e construções sustentáveis, quanto à utilização de novos materiais que são empregados na indústria da construção civil, geram a certeza que as novas tecnologias de fato, trazem inovação para a área da construção em geral, podendo trazer ganhos tanto na produtividade quanto na redução de custos.

Nas últimas décadas, tecnologia virou sinônimo de qualidade e produtividade em muitos setores da economia mundial, inclusive na construção civil. Em meio a essa realidade, mudaram-se processos, surgiram novas sistemáticas de trabalho e produção, paradigmas construtivos foram revolucionados e provocaram por consequência alteração no cotidiano de profissionais, e também dos usuários finais (VENDRAMETO, FRACCARI e BOTELHO, 2004).

1.1 Problema de Pesquisa

O contrapiso autonivelante ou auto adensável, é mais viável em quanto a metodologia construtiva e custo em relação ao modelo convencional?

1.2 Hipótese

- O contrapiso autonivelante é mais viável em termos de execução e econômicos
- A utilização do contrapiso autonivelante reduz o tempo de execução de uma obra, contudo é mais caro em relação ao método convencional.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é o estudo da viabilidade econômica do contra piso auto adensável, ou autonivelante, comparando o mesmo com o contra piso executado de forma tradicional, com uso da argamassa seca do tipo “farofa”, abordando questões quanto as chamadas boas práticas seguidas e adotadas para a execução do contrapiso autonivelante, cuja técnica diferencia-se do modelo tradicional.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Comparar os custos reais gastos em cada método de contrapiso com a tabela SINAPI.
- Comparar os quantitativos de serviços e insumos para os dois métodos de contrapiso.

1.4 Justificativa

O estudo desse trabalho é justificado pelo atual cenário da construção no Brasil, onde é necessária mais agilidade nos serviços operacionais dentro de canteiros de obras, a fim de se gerar menor custo operacional, e garantindo qualidade dos trabalhos realizados, justificado também porque muitas obras sofrem com os cronogramas apertados, sendo um desafio para os gestores, engenheiros e mestres de obra garantir a entrega da obra no tempo pré-determinado.

Hoje em dia, as obras requerem maior velocidade e qualidade na execução dos serviços, e muitas das atividades dentro de uma obra são feitas ao mesmo tempo, e às vezes, umas atividades dependem do término de outras, e ainda, na grande maioria das situações se pensa na cor e no tipo do acabamento final do piso e se esquece da importância do contrapiso (www.forumdaconstrucao.com.br, 2012).

Para Martins (2009) o novo método de contrapiso autonivelante é recente em obras brasileiras se comparado na Europa que surgiu em décadas passadas, e existem ainda poucos estudos relacionados à viabilidade econômica de uso dessa nova técnica, nesse sentido a comparação com o modelo de execução do contrapiso tradicional vem agregar informações para a viabilidade do novo sistema.

A pesquisa será realizada na cidade de Palmas-TO, devido ao seu grande crescimento e expansão na área da construção civil, e muitas obras estarem acontecendo, a fim de atender a demanda local de moradias. Onde a cidade tem recebido grandes investimentos na área da construção civil, e onde podem existir casos de uso dessa nova tecnologia construtiva, em prédios públicos ou privados que atendem como moradia ou local de trabalho.

Logo o estudo de viabilidade econômica é de grande importância considerando que Palmas não é uma cidade onde se encontra a matéria prima dos aditivos, por exemplo, e comparado a grandes centros comerciais onde existe grande demanda na área da construção civil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico

Para Anderberg (2007), o primeiro composto de revestimento auto adensável bombeável, foi estudado e trabalhado por Nils Jonhansson, na Finlândia, no ano de 1977. O objetivo do estudo era utilizando cimento Portland e aditivos químicos plastificantes e fluidificantes, conseguir fazer com que o contrapiso fosse executado de maneira mais rápida e fácil possível, antes de aplicar qualquer tipo de revestimento no chão e em meados dos anos 80 o produto já era utilizado em cerca de 90% dos pisos na Suécia, país nórdico vizinho.

No reino unido, em 2002, foi publicado as primeiras normas de desempenho para produtos relacionado aos revestimentos de pisos, inclusive as argamassas auto adensáveis que se tornaram padrão por todo mercado europeu, tais normas europeias estabelecem e descrevem as características essenciais que os contrapisos autonivelantes devem ter e também métodos e técnicas pelos quais essas características devem ser determinadas, além de um conjunto de ensaios relacionados a esses produtos (FERFA, 2005).

Segundo Martins (2009), a argamassa autonivelante que foi introduzida no mercado europeu da construção civil na década de 80, ainda é pouco conhecida em países da América do sul como o Brasil, por exemplo, porém vem sendo um assunto que tem gerado estudos e pesquisas em relação ao seu comportamento mecânico, conceitos, materiais e propriedades entre outros aspectos relevantes, tanto no estado endurecido como também no estado fresco, onde a aplicação desse material está voltada principalmente para pisos e contrapisos, onde por efeito da gravidade se auto adensam na superfície aplicada.

Como argamassas autonivelantes são provenientes de países europeus, e foram introduzidas há pouco tempo no Brasil, portanto uma novidade, a tendência é que o interesse pelo estudo desse método construtivo venha a crescer pelos setores da construção civil ao longo dos anos, até mesmo alguns autores consideram a execução desse modelo de contrapiso um balizador na mudança da concepção do processo, representando uma evolução na cadeia destes e proporcionando benefícios tecnológico, econômico e ambiental para a construção civil.

2.2 Contrapiso

O contrapiso é constituído de uma camada de argamassa aplicada sobre laje, terreno, ou sobre uma camada intermediária de isolamento ou impermeabilização. Como parte integrante do piso, compõe o sistema de vedação horizontal interno, formando um conjunto constituído de diversas camadas. Logo, o contrapiso é uma camada do subsistema piso, executada acima da laje bruta, sobre a qual se assentará um determinado acabamento final, que poder madeira, porcelanato, laminado, etc.

Segundo Chichinele (2009) o contrapiso é uma camada de argamassa que é executada sobre uma base, podendo ser essa base uma laje estrutural ou um lastro de concreto apenas, onde a espessura pode variar de 2 a 8 cm, a depender da função, cita ainda que o contrapiso pode cumprir algumas funções como, regularizar a superfície tornando-a mais plana, oferecendo caimentos em áreas molhadas, servindo também para embutimento de instalações, tanto elétricas como hidráulicas, e também melhorar o conforto acústico.

Martins (2012) diz que o contrapiso se faz extremamente necessário tanto para ambientes que serão revestidos com materiais cerâmicos, quanto para aqueles cujo acabamento final será o piso cimentado, ressaltando a importância de as instalações hidráulicas e elétricas terem sido executadas e testadas, antes de iniciar o contrapiso. Outra instalação que deve ser executada antes da execução do contrapiso é o sistema de gás liquefeito de petróleo (GLP), onde as mangueiras de alimentação devem ser passadas e testadas com antecedência.

2.2.1 Contrapiso convencional (CPC)

O contrapiso do tipo tradicional puxado em obra, normalmente é a argamassa feita no próprio canteiro de obras, mas comumente conhecida como “farofa” devido ao estado físico final da argamassa, em relação ao método executivo, a argamassa precisa ser espalhada, compactada com auxílio de soquete, e sarrafeada com régua, e tem espessura que pode variar de acordo com o projeto determinado, respeitando os desníveis finais pretendidos para o piso, tendo como objetivo principal nivelar todos os ambientes da edificação.

Para a execução do contrapiso do tipo “farofa” se faz necessários alguns cuidados, como por exemplo, Nakakura, et al. (2013), comenta que a base que vai receber o contrapiso deve estar livre de sujeira, resíduos de construção, obstáculos e materiais como, madeiras, plásticos, ferros etc. não conter rachaduras ou fissuras, ter a superfície com resistência ao cisalhamento, ou seja, não apresentar esfarelamento, também não apresentar partes soltas ou de má qualidade.

Martins (2012) ressalta que a argamassa utilizada deve ser do tipo semisseca, conhecida como “farofa”. Diz ainda que o traço usado, em geral, para o contrapiso é de 1:4, ou seja, uma parte de cimento para quatro partes iguais de areia média. No entanto, alerta que essa proporção pode variar conforme o tipo de acabamento final do ambiente.

2.2.2 Contrapiso autonivelante (CPA)

O contrapiso auto adensável ou autonivelante é um elemento do subsistema piso, formado de uma camada apenas, onde é despejado sobre uma base, no caso a laje bruta ou laje estrutural, devidamente preparada. Essa argamassa é uma combinação de insumos de construção que foi desenvolvida para permitir um contrapiso plano e nivelado, ou seja, sem falhas de moldagem, além de não precisar de uma equipe técnica especializada com grande conhecimento e experiência para execução do serviço, obtendo também economia de tempo no serviço. Para aplicação se faz necessário basicamente o mangote de aplicação e obrigatoriamente a base estar limpa.

Segundo Martins (2009), a argamassa auto adensável é caracterizada por sua alta capacidade de fluidez e auto nivelamento, formada por um conjunto de características como alta fluidez com grande mobilidade e moderada viscosidade, promovendo o preenchimento dos espaços vazios pela ação do efeito da gravidade, sem que ocorra segregação.

De acordo com Seifert et. al. (2011) as características que os compostos autonivelantes devem apresentar é o auto adensamento, baixa viscosidade, rápida fixação, rápido processo de cura, ganho de resistência elevado e rápido, estabilidade dimensional, adesão e fixação à laje estrutural, além de durabilidade, promovendo assim um serviço de qualidade.

Segundo (MEHDIPOUR et al. 2013), as argamassas autonivelantes são uma categoria nova de sistemas a base de cimento, considerada de alto desempenho, tendo como características sua capacidade de se espalhar e auto consolidar, ressaltando a homogeneidade desses compostos que é importante para assegurar as características de resistência e durabilidade do produto final, logo é imprescindível que a mistura apresente alta estabilidade.

Em relação à logística de todo processo de execução dos serviços de contrapisos autonivelantes, é importante ressaltar que o processo é todo mecanizado, sendo o transporte do material realizado por tubulações existentes no corpo do prédio, por exemplo, se for uma obra vertical, onde os próprios caminhões da concreteira realizam o serviço, tanto o caminhão que traz a argamassa, chamado caminhão betoneira e o caminhão bomba, que lança a argamassa para os diferentes pavimentos. O espalhamento e o nivelamento são auxiliados pela ferramenta destinada a criar ondas, parecido com o rodo convencional, responsável pela distribuição uniforme da argamassa e a conformidade de espessura e planicidade definidas em projeto para o piso final. Tais propriedades do contrapiso autonivelante dispensam algumas técnicas necessárias na execução do contrapiso convencional como, sarrafeamento e desempenamento para o acabamento da camada superficial. Apresenta acabamento similar ao piso queimado/polido, com planicidade satisfatória para receber piso. (FREITAS, 2013)

Outro fator que levou ao desenvolvimento do sistema bombeável para a argamassa de contrapiso foi a dificuldade do transporte vertical, que geralmente é feita por elevadores do tipo cremalheiras, onde muitos serviços são feitos ao mesmo tempo em uma obra, e o fluxo de funcionários e terceirizados é muito elevado, o que gera um congestionamento e atraso dos serviços. Além de que é necessário subir materiais e ferramentas diversas para todos os serviços dentro da obra, por essas razões o bombeamento da argamassa auto adensável é importante. A argamassa é lançada em uma bomba acoplada, que a projeta até o pavimento onde será utilizada, dentro do limite de alcance da bomba (EGLE, 2010).

2.3 Controle tecnológico

O controle tecnológico para contrapisos autonivelantes no estado endurecido segue os mesmos testes e procedimentos dos concretos convencionais, no estado

fresco, diferentemente dos concretos convencionais, o controle não é realizado através do Slump test.

No contrapiso auto adensável, antes do lançamento sobre a base (laje estrutural) é realizado o Slump Flow Test, onde se utiliza os mesmos equipamentos do Slump test convencional, porém o que se mede não é altura e sim o espalhamento do concreto. Para que o concreto seja considerado satisfatório do valor do espalhamento tem que estar entre 60 e 75 cm, nas duas direções.

O ensaio de espalhamento foi idealizado na década de 1990 no Japão, que consiste em verificar se o concreto sob determinada força, provocado pelo seu próprio peso é capaz de se espalhar até atingir determinada dimensão, verificando o tempo e dimensão limite (GOMES e BARROS, 2009).

Ensaio de espalhamento: por ser um método de simples aplicação, é comumente utilizado em canteiros de obras, os materiais utilizados

nesse ensaio são os mesmos usados para realização do slump test (TUTIKIAN, 2004). Na figura 1, mostra os equipamentos necessários para o ensaio de espalhamento, como a placa metálica que serve como base e o cone Abrams.

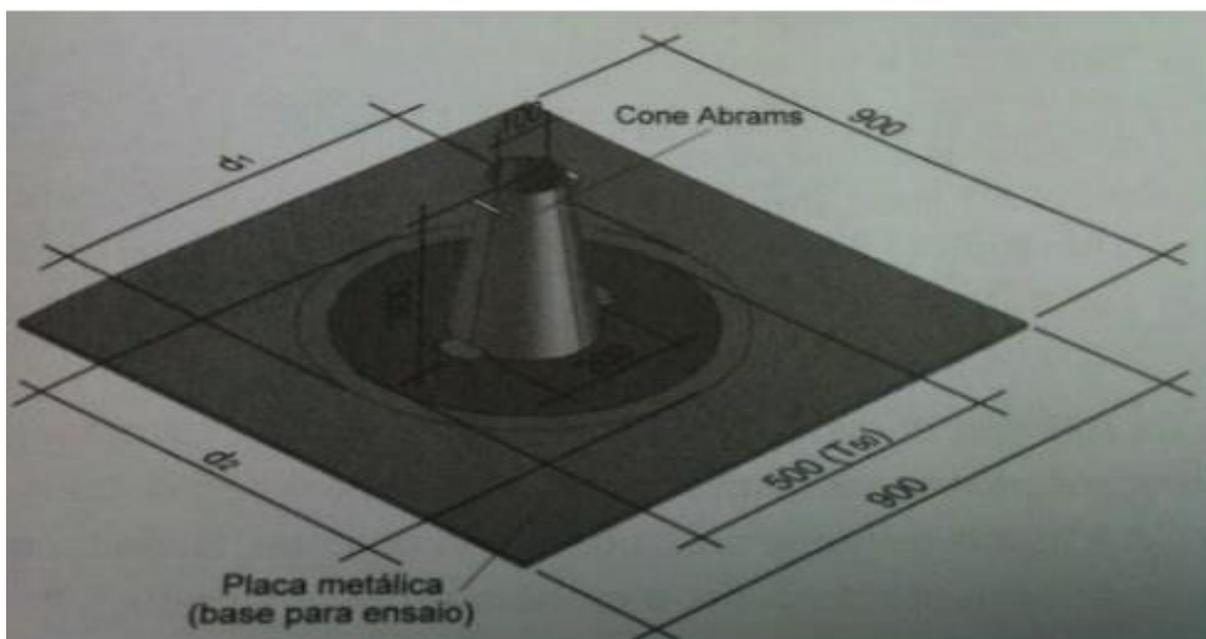


Figura 1 - Teste de espalhamento (dimensões em mm)

FONTE: GOMES, ET AL. (2009).

Durante o ensaio é muito importante à observação da ocorrência ou não de segregação. Espalhamentos muito baixos indicam que o concreto está pouco fluido. Assim, é necessário fluidificar o material com água ou aditivos superplastificantes.

Se a medida estiver elevada, deve-se tornar o concreto mais coeso, porque estará muito fluido e, provavelmente, segregando (TUTIKIAN, et al., 2008).

2.4 Execução do contrapiso autonivelante

Em relação à execução do contrapiso autonivelante alguns cuidados básicos são necessários a fim de obter o mínimo de qualidade no serviço, as orientações podem variar de acordo com o fabricante, de acordo com o processo de preparo escolhido ou, ainda, espessura em projeto.

- Preparo da laje

Segundo Gugelmin (2013) antes da aplicação da argamassa auto adensável sobre a laje estrutural, deve realizar a limpeza do ambiente na qual será aplicada, eliminando quaisquer restos de sujeiras, resíduos, óleos, partículas soltas que podem impedir a aderência do produto ao substrato.

Muitos fabricantes de argamassa industrializada ainda recomendam que essa limpeza da laje seja feita com equipamentos ou ferramentas que aumentem a rugosidade da laje, como, por exemplo, a máquina fresadora ou barra de ponta. Se o processo for executado, se faz necessário aspirar ou varrer a laje, de modo a retirar todas as partículas de pó e resíduos que ficarão sobre a laje.

Na figura 2, mostra a máquina sendo utilizada para dar mais rugosidade na laje, a fim de se obter maior aderência do contra piso auto adensável, mostrando também a aparência da laje após fresamento.

Figura 2 – (a) Máquina fresadora (b) Aparência da laje após fresamento



Fonte: (CHICHINELLI, 2013)

A associação de fabricantes de argamassa da Espanha (AFAM) alerta ao fato que pode ocorrer um problema relacionado com a taxa de absorção e porosidade da laje, em que a argamassa será aplicada. Substratos muito porosos e/ou pouco umedecido, podem absorver a água da argamassa e gerar patologias como fissuras, ou ainda aparecimento de bolhas. No entanto, substratos com baixa taxa de absorção tendem a não fornecer a adesão que precisa para aderência da argamassa, causando deslocamento (AFAM, 2005).

A AFAM e os fabricantes de argamassa brasileiros recomendam que para prevenir tais patologias, seja realizada a imprimação do substrato, com o uso de “primers” e selantes específicos, tal processo promove uma camada de aderência entre as interfaces dos materiais (CHICHINELLI, 2013). Na figura 3, mostra o primer sendo aplicado na laje e a aparência da mesma após a aplicação do produto.

Figura 3 – (a) Aplicação do primer na laje. (b) Aparência da laje após fresamento e aplicação do primer.



Fonte: (CHICHINELLI, 2013)

Quando não for possível a realização da imprimação da laje, recomenda-se adotar o umedecimento da superfície, até obter uma condição saturada da superfície seca, evitando, assim, que ocorra perda de água da argamassa e por consequência problemas patológicos.

- Colocação de juntas e barreiras de contenção

Finalizado o processo de preparo da laje estrutural que vai receber a argamassa auto adensável, se faz necessário estar atento às juntas estruturais da edificação, que dever ser observadas e impostas ao revestimento autonivelante, antes de sua aplicação.

Devem ser colocadas juntas de poliestireno, comumente conhecido por isopor, em todo perímetro do ambiente, entre o futuro contrapiso e a alvenaria, para absorver possíveis movimentos de expansão e contração do material (AFAM, 2005). Devem-se colocar também barreiras nos vãos das portas dos ambientes, que podem ser de madeira, a fim de delimitar a área a ser trabalhada e evitar o escoamento para fora do ambiente, já que o material é fluido. Na figura 4, mostra as barreiras feitas para garantir que a argamassa auto adensável não escoar para fora dos ambientes e as juntas para absorver possíveis movimentações do material.

Figura 4 – (a) Barreiras de madeira. (b) Sistema de juntas de isopor



Fonte: acervo pessoal

- Nivelamento do ambiente e lançamento da argamassa

Após limpeza do substrato e colocado às barreiras e juntas de poliestireno no perímetro, vem à etapa de nivelamento dos ambientes, antes do lançamento da argamassa no pavimento se faz necessário que seja feita a verificação das cotas dos níveis, para controle da espessura do contrapiso.

A verificação é feita com o equipamento a laser, mais conhecido como tripé de nível a laser, onde é feita a distribuição do nível aos outros tripés de ferro, para criar vários pontos de referência, para melhor controle e precisão da espessura do contrapiso (GUGELMIN, 2013 e SOUZA 2013). Na figura 5, temos o nível a laser utilizado para dar nivelamento de referência ao contra piso e mostra os tripés de ferro que servem como outros pontos de referência.

Figura 5 – (a) nível a laser. (b) tripés de ferro



Fonte: acervo pessoal

Para lançamento e aplicação do material, após seguir todos os passos, o ambiente está apto para receber a argamassa autonivelante, onde a forma mais correta de lançamento segundo Gugelmin (2013) é em movimentos de zigue-zague para que ocorra uma correta distribuição do material. Outro item importante é começar o lançamento da argamassa pelos ambientes mais ao fundo da planta baixa, em direção à porta principal, a fim de evitar o tráfego de pessoas sobre a argamassa já nivelada e lançada. Na figura 6, mostra o momento em que é lançado a argamassa auto adensável e a forma correta para tal procedimento.

Figura 6 – (a) Lançamento da argamassa autonivelante. (b) Esquema de aplicação da argamassa.



Fonte: (GULGEMIN, 2013)

- Acabamento

Após lançado a argamassa autonivelante nos ambientes e atingido o nivelamento determinado do contrapiso, é necessário fazer um procedimento de acabamento superficial. Tal procedimento tem como finalidade proporcionar melhor qualidade do serviço, pois tem como objetivo deixar a superfície do produto mais uniforme, melhorar seu assentamento e eliminar possíveis bolhas de ar que tenham ficado aprisionadas no material durante o lançamento do material.

Normalmente é utilizada uma régua “T” em alumínio, na qual com movimentos consecutivos de cima para baixo, ou movimentos perpendiculares entre si são utilizados para dar o acabamento final. A AFAM (2005) recomenda ainda que o acabamento do material deve ser feito logo após o lançamento da argamassa, antes do tempo de início da pega do produto. Na figura 7, mostra o momento em que o operário faz o procedimento para deixar a argamassa mais uniforme, aumentando a qualidade do produto final, utilizando a régua em “T”.

Figura 7 – Régua “T” para regularização da superfície de contrapiso autonivelante



Fonte: MC-BAUCHEMIE (2011)

- Cura

A fase da cura é de grande importância no processo de secagem da argamassa, se não for realizada de maneira correta, a argamassa não terá a resistência e durabilidade desejadas. É o processo no qual se mantêm um teor de

umidade satisfatório, evitando a evaporação da água da mistura, garantindo uma temperatura favorável a argamassa durante o processo de hidratação dos materiais aglomerantes, de modo que possam desenvolver as propriedades desejadas de forma eficiente garantindo a qualidade do produto final (COSTA, 2009).

Além disso, o calor liberado no processo de hidratação do cimento, se não controlado, poderá provocar fissuras no material, decorrentes da retração por secagem desses materiais (SCHAEFER, 2013). Na figura 8, mostra os diferentes processos de cura, em um dos casos o processo se dá por umedecimento da superfície e outro por cura ao ar livre.

Figura 8 – (a) cura do contrapiso com umedecimento. (b) cura do contrapiso ao ar livre.



Fonte: (BARROS, 2013) e (SILVA, 2013).

2.5 Vantagens e desvantagens

Em relação às vantagens e desvantagens do uso do contrapiso autonivelante, a qualidade do produto final depende de forma direta de alguns fatores importantes, como o tipo da argamassa utilizada, dosagem dos materiais constituintes, tipo de agregados e cimentos, além de outros cuidados como o transporte do material.

Vantagem econômica e ambiental. Dentre essas vantagens, pode-se destacar a utilização de resíduos oriundos de outros processos, como fonte de adições para substituir parte do cimento Portland, e ainda, melhorar as características do produto

final, principalmente as propriedades reológicas. Com isso, certa porcentagem do cimento é substituída por adições, chamadas por alguns autores como matérias primas secundárias, proporcionando economia de cimento, reduzindo impactos ambientais, e também redução de custos. (ALRIFAI et al. 2013).

Outra vantagem do contrapiso auto adensável é a velocidade da execução, reduzindo desperdício de material e economia de mão de obra, se for comparado com o contrapiso puxado em obra. A execução toda mecanizada, por meio de caminhões bomba e betoneira, aperfeiçoa o transporte vertical em obras de grande porte com a redução da demanda de materiais e mão de obra no elevador cremalheira. Além disso, outros fatores como maior controle de qualidade, cura mais rápida, maior resistência à compressão e ao teste de arrancamento também deve ser considerada.

Branco e Brito (2014) ressaltam que a execução do contrapiso autonivelante em obras, reduzem cerca de 46% no tempo total necessário para aplicação do produto, se comparado com o sistema convencional de argamassa puxada em obra, já que dispensa certas etapas necessárias ao contrapiso puxado em obra, como o apiloamento e desempenho da argamassa (GOMES, 2013).

Outras características positivas estão relacionadas ao fato que, devido a sua consistência fluida e elevada capacidade de se mover apenas pela ação do próprio peso, acaba promovendo um preenchimento mais uniforme e homogêneo no local aplicado (MARTINS, 2009), oferecendo melhor acabamento final ao piso e/ou contrapiso, com isenções de defeitos provenientes das falhas de execução.

Em relação às desvantagens, em função da sua fluidez, as argamassas auto adensáveis, possuem uma limitação em relação a sua utilização, pois não podem ser aplicadas em superfícies inclinadas, ou que necessitam de desníveis, pois escorreriam. Souza (2013) afirma que a aplicação do produto não é indicada para locais com declividades e que precisem de caimentos, como banheiros e algumas cozinhas, outro inconveniente é para casos onde se queiram realizar desníveis, sendo necessário fazer barreiras físicas, para que a argamassa não escoe, e realizar arremate da mesma.

Ainda em relação sobre as desvantagens, é importante lembrar que por se tratar de uma tecnologia recente, existem poucas empresas especializadas nessa área, o que dificulta o processo para realização do contrapiso autonivelante em

obras, pois é necessário o conhecimento técnico sobre a produção e aplicação do material. (BRANCO e BRITO, 2014).

Da mesma forma, Silva (2013) também destaca a dificuldade de se encontrar aplicadores experientes e qualificados para a execução do serviço, de forma que a produtividade potencial máxima do produto possa ser verificada durante a obra. Neste caso, é necessário que as empresas fabricantes e usuárias do produto, que queiram incorporá-lo na construção civil, promovam o treinamento necessário para qualificar a mão de obra dos colaboradores.

Ainda em relação às desvantagens, existem cuidados que precisam de atenção, como por exemplo, os cuidados necessários quando da produção, em obra ou em central, dessas argamassas. A quantidade de água indicada para a mistura deve ser rigorosamente seguida, pois o excesso de água pode causar a segregação da mistura, ocasionando baixos valores na resistência e na durabilidade do material final, gerando além de prejuízos técnicos, grande prejuízo econômico e prejuízos em relação ao cronograma da obra.

2.6 Materiais

Em relação aos materiais que compõem as argamassas autonivelantes podemos destacar o aglomerante, no caso o cimento Portland, que corresponde cerca de 25 a 45 % da massa total, e o agregado miúdo de 40 a 60%. Os 10% a 15% restantes da composição é constituído de aditivos químicos ou adições minerais, que tem como objetivo modificar o estado da pasta tanto no estado fresco, quanto no estado endurecido, a fim de se obter um produto final com resistência e durabilidade.

No entanto, é válido ressaltar que cada fabricante faz uso de uma formulação de acordo com as solicitações a que o contrapiso estará exposto e também a espessura que será aplicado.

Outro ponto importante é a caracterização do material, que se faz necessário, pois é importante conhecer o material que constitui as argamassas, e também para compreender quanto as suas propriedades, quanto ao seu comportamento, quando submetido a certas solicitações e aos requisitos técnicos que deve atender para cumprir determinadas funções estabelecidas (RIBEIRO, et al., 2006).

2.7 Cimento

O cimento, principal componente da indústria da construção, comumente conhecido como cimento Portland, é o segundo material mais utilizado no mundo, perdendo apenas para a água, outro componente importante na construção civil.

O cimento se caracteriza por ser um material em pó fino com propriedades aglomerantes ou ligantes, que endurecem sob ação da água, logo depois de endurecido mesmo que sofra nova ação da água, o cimento Portland não se decompõe (ABCP, 2002).

O cimento Portland é formado basicamente por clínquer e de adições, o clínquer é o principal componente e está presente nos diferentes tipos de cimento Portland, as adições podem variar de um tipo de cimento para outro e são principalmente elas que definem os diferentes tipos de cimento.

2.7.1 Adições

As adições são utilizadas na fabricação de diversos tipos de cimento Portland, são matérias-primas que são misturadas ao clínquer na fase de moagem. Essas matérias-primas são o gesso, as escórias de alto-forno, os materiais pozolânicos e os materiais carbonáticos. O gesso tem como função básica controlar o tempo de pega, isto é, o início do endurecimento do clínquer moído quando este é misturado com a água.

As escórias de alto-forno que são obtidas durante a produção de ferro-gusa nas indústrias siderúrgicas, assemelham-se a grãos de areias, assim como os materiais pozolânicos que são rochas vulcânicas ou materiais orgânicos fossilizados encontrados na natureza, têm propriedades de ligantes hidráulicos muito resistentes, ou seja, que reagem em presença de água, desenvolvendo características aglomerantes de forma muito semelhante ao do clínquer.

Os materiais carbonáticos são rochas moídas, que apresentam carbonato de cálcio em sua constituição, tais como o próprio calcário. Essa adição serve para tornar os concretos e as argamassas mais trabalháveis (ABCP, 2002).

Segundo Gomes, et al. (2009), todos os cimentos do tipo Portland, de acordo com as especificações de normas técnicas locais, podem ser utilizados na produção de contrapiso autonivelante e, da mesma forma, Martins (2009) diz que na

confeção da pasta autonivelante não existe um cimento específico a ser utilizado, mas o cimento Portland, por ser facilmente produzido e comercializado no Brasil, geralmente é o mais empregado.

2.8 Areia / Agregado Miúdo

A NBR 9935:2011 Agregados: faz referência a areia como agregado miúdo, que tem como origem processos naturais ou processos artificiais de desintegração de rochas ou outros processos industriais. Se resultar da ação de agentes da natureza a areia é classificada com natura, se provém de processos industriais, é areia artificial e se deriva de processos de reciclagem, é areia reciclada.

Segundo Katsiadramis (2010), o agregado miúdo presente nas argamassas auto adensáveis tem granulometria selecionada e vai influenciar nas propriedades reológicas do material final. Os agregados com granulometria mais grossa atuam como se fossem obstáculos na mistura, dificultando a fluidez da argamassa, enquanto que os grãos menores atuam como lubrificantes na pasta, melhorando sua fluidez e qualidade final.

Segundo Christianto (2004), para o contrapiso autonivelante alcançar níveis aceitáveis de escoamento, as quantidades de areia comumente são limitadas em até 40% do volume total de argamassa.

Na composição das argamassas normalmente predomina o material inerte de origem mineral, em que se observa com mais frequência o quartzo, de diâmetro entre 0,06mm e 2,0mm em sua composição granulométrica. Cabe, portanto, adequar a faixa para a aplicação ideal. Levando em consideração o preenchimento dos vazios existentes na zona de transição agregado miúdo-pasta, a composição da curva granulométrica é um fator relevante na análise do teor de areia e finos da argamassa.

2.9 Aditivos

Os aditivos químicos são colocados nas argamassas de acordo com a necessidade de cada produto e certa finalidade, eles modificam as propriedades no estado fresco e endurecido do material. Guimarães (2013) afirma que os compostos

autonivelantes são os sistemas mais complexos entre as argamassas industrializadas.

2.9.1 Aditivos superplastificantes

O uso do superplastificantes nos contrapisos autonivelantes são inevitáveis, pois eles são responsáveis por uma das principais propriedades os contrapisos autonivelantes, a fluidez. Sem ele seria impossível pensar em concreto auto adensável (GOMES, et al., 2009).

Os superplastificantes são uma categoria especial de agentes redutores de água, formulados a partir de materiais que permitem reduções de água muito superiores ou trabalhabilidade extrema dos concretos nos quais são incorporados. Em geral, são empregados na produção de concretos de alto desempenho, particularmente quando é exigida alta fluidez com baixa relação água/cimento (GOMES, et al., 2009).

Martins (2009) sintetiza a finalidade dos aditivos superplastificantes, segundo alguns autores, ou seja, tem como principais funções reduzir o consumo de água para uma mesma consistência, conseqüentemente aumentando a resistência e a durabilidade de concretos e argamassas, aumentar a fluidez da mistura sem modificar a quantidade de água e reduzir o consumo de cimento mantendo a consistência e a resistência à compressão com o objetivo de reduzir custos e ainda reduzir a retração, fluência e tensões térmicas.

2.9.2 Aditivos modificadores de viscosidade

Os aditivos promotores de viscosidade, também denominados modificadores de viscosidade, são empregados para melhorar a resistência a segregação do contrapiso autonivelante. Em sua maioria, são produtos à base de polissacarídeos, cujas cadeias poliméricas absorvem água e se entrelaçam, formando grandes reticulados flexíveis responsáveis pelo aumento da retenção de água. Conseqüentemente há a diminuição da exsudação e o aumento da viscosidade da pasta, evitando a segregação dos agregados (REPETTE, 2005).

Os aditivos modificadores de viscosidade, por sua vez, aumentam a coesão e estabilidade dos componentes da mistura, por meio de uma “formação de rede”. O aditivo retém a água da pasta, mantendo as partículas finas de sua composição, em suspensão (MARTINS, 2009).

Os aditivos superplastificantes e os aditivos modificadores de viscosidade são os aditivos mais importantes para a produção de argamassas autonivelantes. A combinação destes produtos auxilia na produção de argamassas de cimentos de alto desempenho, com elevada fluidez e menores quantidades de água para uma mesma coesão (CHRISTIANO, 2004).

2.10 Argamassas

A NBR 13529/1995 define como argamassa industrializada todo “produto proveniente da dosagem controlada em instalação própria, de aglomerante (s) de origem mineral, agregado (s) miúdo (s) e, eventualmente, aditivo (s) e adição (ões) em estado seco e homogêneo, ao qual o usuário somente necessita adicionar a quantidade de água requerida”.

As argamassas industrializadas podem ser empregadas para diversos tipos de aplicações, bastando apenas misturá-las à quantidade de água indicada na embalagem para obter uma massa de consistência adequada, através de mistura mecânica. A argamassa de contrapiso é recomendado para a regularização de pisos e lajes, servindo de base para posterior assentamento de revestimentos cerâmicos, pedras, carpete ou madeira tanto para ambientes internos quanto externos.

2.11 Água

A água é um importante componente do concreto e tem basicamente duas funções: provocar a reação de hidratação dos compostos do cimento, com seu consequente endurecimento, e aumentar a trabalhabilidade para que possa preencher adequadamente as fôrmas, sem causar vazios ou nichos. Sob certo aspecto, dá para dizer que a água é tão ou mais importante que o próprio cimento, pois, além das funções citadas, é ela quem determina a dosagem dos aditivos químicos plastificantes a serem aplicados no concreto.

METODOLOGIA

Neste projeto de pesquisa, cujo objetivo é estabelecer uma comparação quanto aos custos de insumos e execução de dois tipos de contrapisos, o modelo tradicional e o autonivelante, num primeiro momento busca-se discutir suas diferenças quanto à execução, então prosseguir com a comparação dos custos referentes aos insumos e os custos referente a execução dos dois tipos de contrapiso, permitindo analisar economicamente tais tipos quando aplicados em uma obra vertical.

Segundo Andrade (2002) essa pesquisa pode ser entendida em sua finalidade como pesquisa aplicada, porque gera um conhecimento voltado para soluções de problemas específicos que no caso está relacionado ao custo dos métodos construtivos em questão.

Para tanto, adota-se a metodologia de natureza quantitativa, dentro de uma perspectiva indutiva, pois como afirmam Goldenberg (2000) e Silva & Menezes (2001), esta permite que sejam feitas generalizações a partir de uma pequena população de casos estudados, os quais são representativos tipologicamente no tocante às variedades de contrapisos.

Deste modo, a comparação quanto à utilização do contrapiso auto adensável e o modelo convencional terá como variáveis os custos econômicos relativos à mão-de-obra e ao material, a unidade de área aplicada e o tempo de execução, que determinam a variável independente que é a vantagem do uso de um ou outro método construtivo.

2.12 Caracterização dos objetos de estudos

No caso do objeto de estudo, dentre as obras em execução em Palmas, opta-se pelas “Imperador do lago” e “Excellence”, ambas cooperativas administradas pela construtora e incorporadora PAM.

A Cooperativa Habitacional Imperador do Lago tem sido referência na capital, atualmente é o edifício mais alto da orla da praia da graciosa em Palmas no estado do Tocantins, com 35 pavimentos com 2 apartamento por andar e mais 4 mezaninos com garagem, totalizando 40 lajes, com apartamentos com área de 162m² de alto padrão, tendo quatro tipos diferentes de opções de planta, onde o método de

execução foi o contrapiso autonivelante. Na figura 9, têm-se a planta baixa do apartamento tipo do residencial Imperador do lago, que será estudado.

Figura 9– Planta baixa edifício Imperador do lago, contrapiso do tipo autonivelante



Fonte: Imagem retirada da plataforma Autodoc

A Cooperativa Habitacional da magistratura tocantinense, edifício Excellence, conta com 26 pavimentos com 3 apartamento por andar e mais 3 mezaninos com garagem, totalizando 30 lajes, com apartamentos de 149m² e 189m² de alto padrão, sendo o método de contrapiso utilizado o do tipo tradicional ou farofa. Na figura 10, têm-se a planta baixa do apartamento tipo do residencial Excellence, que será estudado.

Figura 10– Planta baixa edifício Excellence, contrapiso do tipo puxado.



Fonte: Imagem retirada da plataforma Autodoc

Na figura 11, mostra os edifícios Excellence e Imperador do lago, respectivamente da construtora Pam, que servirão como base para pesquisa.

Figura 11 – (a) Edifício Excellence, contrapiso do tipo puxado (b) Edifício Imperador do lago, contrapiso autonivelante.



(a)



(b)

Fonte: acervo próprio

2.13 Levantamento de dados dos objetos de estudos

Para o levantamento de dados, a fim de se obter informações para cumprir o objetivo deste estudo será necessário, primeiramente, levantar as áreas que serão usadas para o contrapiso tanto autonivelante como o contrapiso puxado em obra. Esse levantamento será feito com visitas ao local das obras. Nestas visitas serão coletadas informações sobre a metodologia construtiva, uso de mão de obra e custos reais para produção. Serão coletadas imagens, projetos executivos, dados de quantitativos e custos necessários para produção do estudo.

2.14 Execução do estudo

Sendo levantadas as informações citadas acima, será possível analisar o custo para produção do contrapiso convencional e autonivelante. Realizando-se o cálculo de custo real, o mesmo será comparado com a composição equivalente disponibilizada no Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil – SINAPI. Essa comparação visa verificar a relação entre o custo real e o custo base do serviço, considerando o banco de dados mais utilizado para serviços de construção civil. Essa comparação será realizada, tanto para os serviços do contrapiso convencional, quanto do autonivelante.

Após a comparação de custos reais com os custos estabelecidos pelo SINAPI, serão comparados os custos dos diferentes serviços para produção do contrapiso com argamassa convencional em relação ao autonivelante, afim de se verificar eventuais vantagens de um serviço em relação ao outro, no que se refere a construções verticais.

Se faz necessário levantar o custo da execução do contrapiso autonivelante e do contrapiso convencional, separando o custo de execução em mão da obra e material. Sendo assim, utilizar-se-á seguinte fórmula,

$$\text{Custo de execução} = \text{custo de mão de obra} + \text{custo de material}$$

Finalizada essa comparação, será feita uma análise em relação a qual serviço é mais vantajoso. Essa análise levará em consideração os seguintes critérios:

- Custo com material;
- Custo com Mão de Obra;
- Tempo de execução (produção).

2.15 Análise dos resultados

Com a análise dos resultados será encontrado um valor de execução por m² de cada método construtivo de contrapiso, chegando a uma conclusão de qual modelo poderemos economizar mais. Será analisado também a produtividade em m²/dia de cada equipe, considerando que o mês tem 22 dias, e saber qual método de execução de contrapiso é mais vantajoso em termos de ganho de tempo para execução. Para cada tipo de contrapiso será comparado o valor final em m² com o valor da tabela SINAPI do estado do Tocantins.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização da empresa

O estudo de caso presente neste trabalho foi viabilizado através de visitas e coletas de dados realizadas em obras de edifícios da Construtora e Incorporadora PAM, sediada em Goiânia-GO. Esta empresa, fundada a vinte e cinco anos, atua fortemente no setor imobiliário no estado do Goiás e Tocantins, atendendo aos setores comerciais e residenciais.

A PAM prima por uma relação de fidelidade e confiabilidade com cada cliente e colaborador. Para isso, trabalha pela identificação e satisfação de todas as necessidades de quem procura seus serviços e por total transparência nas transações.

A mesma disponibilizou-se todos os dados para a realização deste trabalho, possibilitando também o acompanhamento da obra desde o seu início e ao longo das etapas mais repetitivas.

3.2 Gerenciamento de projetos da PAM

Para um melhor entendimento sobre o planejamento e gerenciamento das obras da PAM incorporações, foram feitas visitas técnicas semanais nas obras do estudo em questão, pode-se extrair que as obras são gerenciadas pelo software Autodoc, cujo objetivo é a gestão de projetos em tempo real, proporcionando mais agilidade e eficiência na execução dos empreendimentos, ou seja, um software especializado para a indústria da construção, desenvolvido pela Autodesk.

Todos os projetos pertinentes a cada obra da PAM são cadastrados online no software Autodoc, no qual tive acesso, onde os engenheiros projetistas cadastram os projetos, e a obra tem acesso aos projetos de forma online também, devendo ser baixado cada projeto e posteriormente enviado para plotar em duas ou mais vias.

Uma das cópias fica na sala da engenharia e outra vai para campo junto ao mestre de obras, ao receber os projetos plotados é feito o controle e carimbado pelos auxiliares de engenharia ou pela própria engenheira, de forma que o processo fique organizado.

3.3 Levantamento dos dados para o estudo: áreas

Como dito anteriormente cada projeto é disponibilizado e cadastrado na plataforma Autodoc, na qual tive como baixar os projetos pertinentes a execução deste trabalho, para fornecimento do quantitativo das áreas em que foram aplicadas a argamassa tanto autonivelante como do tipo "farofa".

Na figura 12, mostra como é disponibilizado para a equipe técnica dos empreendimentos todos os projetos cadastrados online, onde-se tem o conjunto de projetos separados pelo nome de cada obra.

Figura 12 – no detalhe, as obras da construtora PAM em andamento e/ou já finalizadas, cada obra com seu conjunto de projetos cadastrados.

The screenshot shows the AutoDoc Projetos web interface. The top navigation bar includes 'Módulo: Projetos', 'Wiki Autodoc', and 'Perfil/Supporte: Vanessa Conde'. The main content area displays a directory for 'PAM Incorporadora' with a table of projects. The table has columns for 'CÓDIGO', 'TÍTULO', 'OBS.', 'PLOT.', 'DOWNL.', 'STATUS', 'DATA', and 'TAMANHO'. The projects listed are:

	CÓDIGO	TÍTULO	OBS.	PLOT.	DOWNL.	STATUS	DATA	TAMANHO
	COOPEROESTE						19/12/2016	
	EDIF. EXCELLENCE - PALMAS TO						23/11/2012	
	EDIF. IMPERADOR DO LAGO						11/07/2013	
	EDIF. VISION - PALMAS - POLITEC						13/01/2015	
	EDIF. WEST OFFICE						08/10/2014	
	INFINITY LIFE - JD GOIÁS-QD C16						19/04/2017	
	INFINITY LIKE - PALMAS						08/11/2017	

Fonte: acervo próprio

Na figura 13, mostra todos os projetos do edifício Imperador do lago, porém o que servirá para estudo desse trabalho é projeto de alvenaria cadastrado no subitem **03 - arquitetura**, na qual servirá para delimitação da área de aplicação do contrapiso autonivelante, de forma análoga foi feito do edifício Excellence, onde foi retirado a área de aplicação do contrapiso do tipo farofa.

Figura 13 – no detalhe o subitem grifado, 03-arquitetura, onde tem-se os projetos arquitetônicos, edifício Imperador do lago.

The screenshot shows the AutoDoc Projetos web interface in detail for the 'EDIF. IMPERADOR DO LAGO' project. The main content area displays a list of project items with columns for 'CÓDIGO' and 'TÍTULO'. The items listed are:

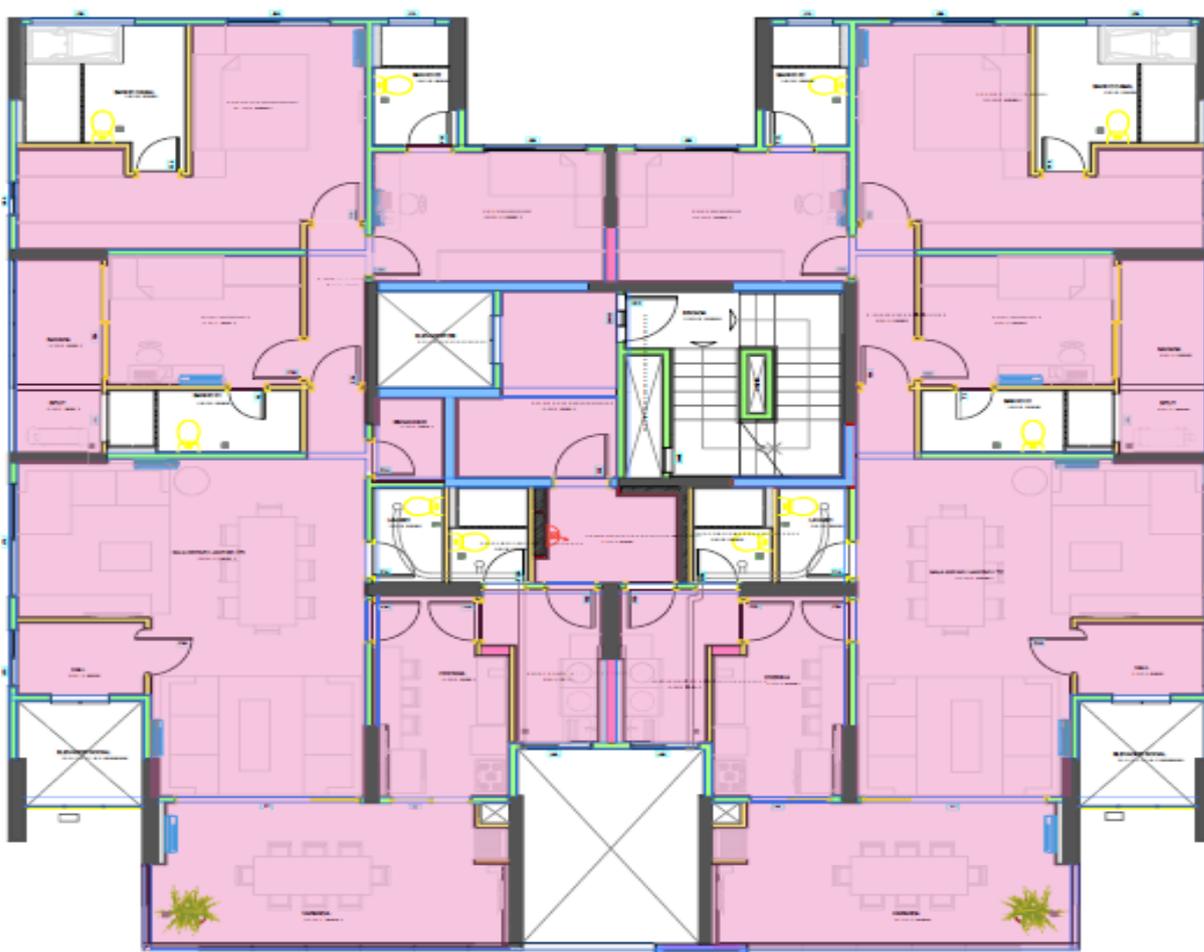
	CÓDIGO	TÍTULO
	01. CONSTRUTORA PAM	
	02. COORDENAÇÃO	
	03. ARQUITETURA	
	04. INCÊNDIO	
	05. FUNDAÇÃO	
	06. ESTRUTURAL	

Fonte: acervo próprio

4 VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA AUTONIVELANTE PARA CONTRAPISO

Na figura 14 mostra a área de aplicação do contrapiso autonivelante do edifício Imperador do lago, onde foi realizada a coleta de dados para a verificação da viabilidade econômica da argamassa autonivelante para contrapiso.

Figura 14 – detalhamento da área do contrapiso auto adensável.



Fonte: acervo próprio

Como o empreendimento é composto por dois apartamentos por pavimento e conta com 33 pavimentos tipos idênticos com 235,46 metros quadrados de contrapiso por pavimento, mais 2 pavimentos duplex com 467,86 metros quadrados totalizando 8705,9 metros quadrados. Conforme os dados que tive acesso dentro do sistema de gestão da PAM, contrato de obra 57, firmado em 09/08/2016 o valor da

mão de obra cobrado pela empresa terceirizada para a execução do contrapiso autonivelante foi de 11,00R\$/m² com o bombeamento da argamassa incluso neste valor. O valor de material e mão de obra de preparo da laje, não está incluso nesse estudo, por não ter tido acesso aos dados.

Na tabela 1, resumo da mão de obra para execução do contrapiso autonivelante.

Tabela 1 – Custo do contrapiso com mão-de-obra terceirizada

Mão de obra para execução de contrapiso autonivelante			
Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Total
m²	8705,9	R\$ 11,00	R\$ 95.764,90
Total Mão de Obra			R\$ 95.764,90

Produção de uma Laje por dia

Fonte: acervo próprio

A argamassa utilizada para o contrapiso autonivelante, preço de mercado, foi adquirida por uma usina de concreto ao valor de 300,00R\$/m³. Como estamos considerando o custo do contrapiso em R\$/m², precisamos transformar o custo do metro cúbico da argamassa em metro quadrado de contra piso.

Na tabela 2, temos os dados fornecidos pela construtora, que consta a quantidade real gasto com a argamassa autonivelante, de R\$185.456,40, como se tem a área de aplicação, a espessura média do contrapiso ficou em 7,0 cm.

Tabela 2 – valores fornecidos pela construtora - PAM

Contrapiso autonivelante - Material			
Custo do material para execução de contrapiso autonivelante			
Unidade	Valor total gasto	Valor Unitário (R\$/m³)	Total (m³)
R\$	185456,4	300,00	618,19
Total de m³ utilizado			618,19

***Valor total gasto fornecido pela construtora**

Fonte: acervo próprio

Como a espessura do contrapiso ficou em média 7 cm, então 1 m³ de argamassa produz 14,28m² de contrapiso, sendo assim, o custo de 1 m² de argamassa autonivelante foi 21,30 R\$/m². Logo o custo do contrapiso do edifício Imperador do lago foi calculado por este autor pela seguinte fórmula:

Custo de Execução autonivelante= Custo de Mão de Obra + Custo de Material.

Custo de Execução autonivelante= 11,00R\$/m² + 21,30R\$/m² = 32,30 R\$/m².

Considerando que o empreendimento tem 8705,9 metros quadrados de contrapiso, o valor total do item contrapiso foi de R\$ 281.200,57.

Uma equipe da empresa terceirizada era composta por 6 pessoas e produzia 235,46 m²/dia de contrapiso autonivelante nesta obra em questão. No contrapiso autonivelante o nivelamento é feito com auxílio de laser e a aderência já é garantida com a própria fluidez e a alta taxa de cimento da argamassa autonivelante, sendo assim dispensando o uso de mestras e da nata de cimento.

4.1 Verificação da viabilidade econômica da argamassa autonivelante para contrapiso utilizando o SINAPI

Utilizando o sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil (SINAPI), foi levantado o custo por metro quadrado em relação ao contrapiso autonivelante utilizado no edifício Imperador do lago, com área de 8705,9 metros quadrados. Na figura 15, temos a composição que foi escolhida mais adequada para o estudo em questão.

Figura 15 – composições do SINAPI, utilizando a ferramenta OrçaFascio.

Fonte: acervo próprio

		Tocantins			Valor Não Desonerado R\$ 26,18		Valor Desonerado R\$ 25,78	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TIPO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO NÃO DESONERADO	VALOR UNITÁRIO DESONERADO	COEFICIENTE	VALOR NÃO DESONERADO	VALOR DESONERADO
C 88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	15,86	14,15	0,189	2,99	2,67
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	11,23	10,16	0,0741	0,83	0,75
I 00007334	ADESIVO PARA ARGAMASSAS E CHAPISCOS	Material	L	7,05	7,05	0,2	1,41	1,41
I 00038546	ARGAMASSA USINADA AUTOADENSÁVEL E AUTONIVELANTE PARA CONTRAPISO, INCLUI BOMBEAMENTO	Material	m ²	392,94	392,94	0,0533	20,94	20,94

Para ser calculado o valor gasto, o valor não desonerado foi ajustado por metro quadrado de 20,94R\$/m² para 36,64R\$/m² devido a espessura do contrapiso que na composição adequada estava de 4cm e foi para 7cm conforme a espessura real na obra. Considerando que o empreendimento tem 8705,9 metros quadrados de contrapiso, o valor total do item contrapiso foi de 319.027,70R\$ pelo SINAPI.

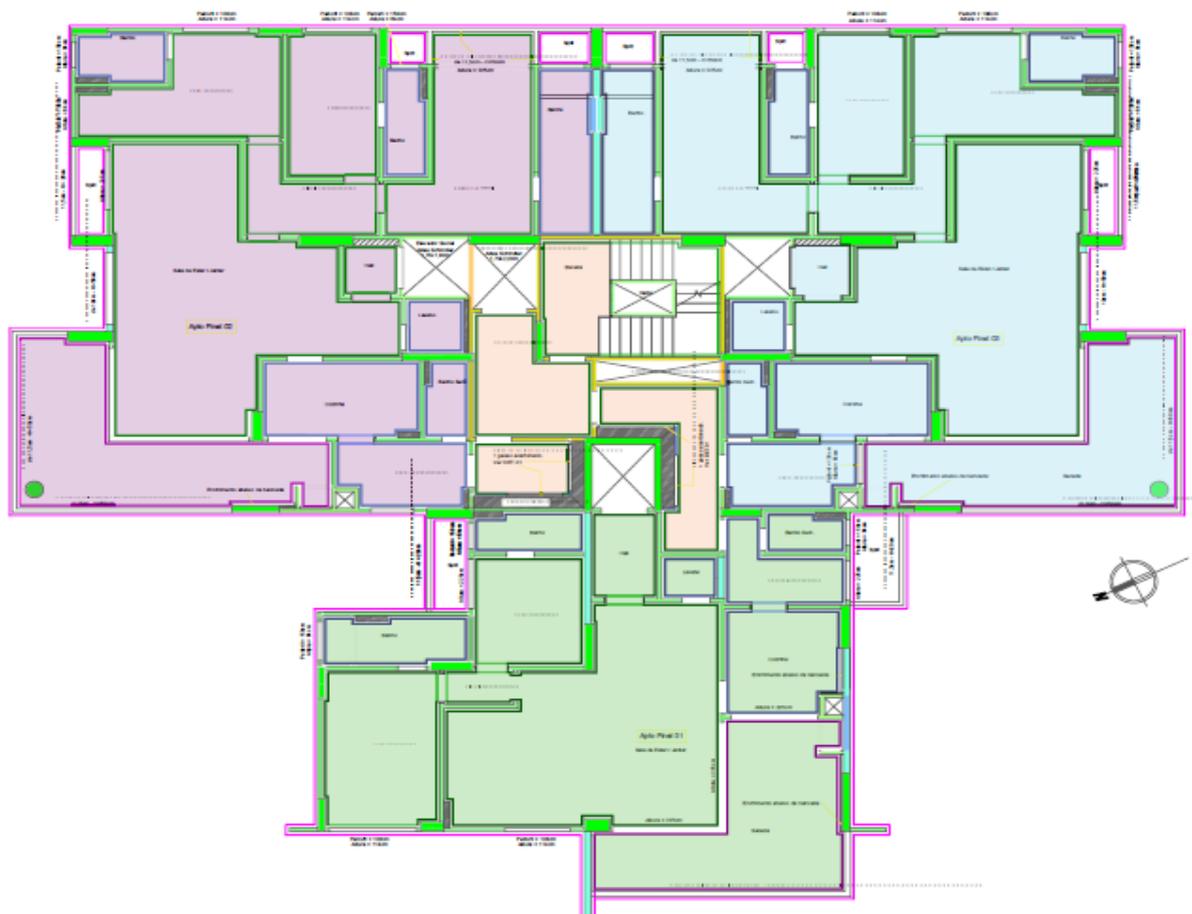
Custo de execução = 32,30R\$/m²

Custo de execução SINAPI = 36,64R\$/m²

5 VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA CONVENCIONAL PARA CONTRAPISO

Na figura 16 tem-se a área de aplicação do contrapiso do tipo farofa do edifício Excellence, onde foi realizada a coleta de dados para a verificação da viabilidade econômica da argamassa convencional para contrapiso.

Figura 16 – Detalhamento da área do contrapiso convencional, edifício Excellence.



Fonte: acervo próprio

O empreendimento é composto por três apartamentos por pavimento e conta com 24 pavimentos idênticos com 472,37 metros quadrados de contrapiso por pavimento, mais 2 pavimentos duplex com 847,38 metros quadrados totalizando 12184,26 metros quadrados. A mão de obra para a execução do contrapiso, utilizando a farofa foi realizada com mão de obra da própria construtora.

Para calcular o custo da mão de obra para execução do contrapiso com “farofa” foi avaliado a produção de uma equipe com 8 pedreiros, 8 ajudantes durante um mês e dividimos o custo desta equipe pela metragem de contrapiso produzida, chegando assim no custo/m². Na tabela 3, temos o resumo do gasto com mão de obra do contrapiso convencional.

Tabela 3 – custo do contrapiso com mão de obra própria

contrapiso "farofa" - mão de obra própria							
Resumo mão de obra para execução							
Função	Unidade	Quantidade	Mês	Salário base	Leis Sociais	Produção	Total
Mestre de obras	Homem	1	1	R\$ 6.298,16	120%	R\$ 0,00	R\$ 13.855,95
Pedreiros	Homem	8	1	R\$ 1.490,32	120%	R\$ 500,00	R\$ 30.229,63
Ajudantes	Homem	8	1	R\$ 956,75	120%	R\$ 350,00	R\$ 19.638,80
total mão de obra							R\$ 63.724,38
Metragem produzida no mês (m ²)							3520
Custo por metro quadrado							R\$ 18,10
Custo total ed. Excellence							R\$ 220.577,97

Fonte: acervo próprio

O valor da execução do contrapiso com “farofa” foi de 18,10R\$/m², valor com encargos embutido, a execução do contrapiso com “farofa” exige a preparação da base com nata de cimento e a criação de mestras.

O custo da preparação da base passa a influenciar no valor do custo do contrapiso executado com “farofa”. Segundo BARROS (1991) a proporção é 0,5 kg de cimento para cada metro quadrado de substrato a ser aplicado o contrapiso. O preço do kg do cimento a 0,48R\$ fez com que o custo da nata fique em 0,24R\$/m². As mestras foram colocadas pela própria mão de obra que executou o contrapiso.

A argamassa seca foi fornecida pela concreteira contratada no valor de 290,00R\$/m³, valor de mercado, incluso nesse valor material (agregados e cimento), a mão de obra para abastecimento do pavimento a ser executado o contrapiso não está incluso nesse valor.

Como estamos considerando o custo do contrapiso em R\$/m², precisamos transformar o custo do metro cúbico da argamassa em metro quadrado de contrapiso. Como a espessura do contrapiso ficou em média 8cm devido a alguns detalhes como, por exemplo, as instalações elétricas que foram passadas no piso, então 1 m³ de argamassa produz 12,5m² de contrapiso, sendo assim, custo de 1 m² de argamassa seca foi de 23,2R\$/m². Logo o custo do contrapiso do edifício Excellence será dado pela equação:

Custo de Execução farofa = Custo de Mão de Obra + Custo de Material + Preparo da Base.

Custo de Execução farofa = 18,10R\$/m² + 23,2R\$/m² + 0,24R\$/m² = 41,54R\$/m².

Considerando que o edifício Excellence tem 12184,26 metros quadrados de contrapiso, o valor total do item contrapiso foi de 506134,16R\$.

A equipe da construtora, composta por 16 pessoas produzia 3520 m²/mês de contrapiso utilizando a argamassa seca. Considerando que um mês tem 22 dias úteis, a equipe da construtora produziu 160 m²/dia de contrapiso. Com esses valores conseguimos fazer uma análise de custo dos dois métodos executivos.

Custo de execução farofa = 41,54R\$/m²

Custo de execução autonivelante = 32,30R\$/m²

O contrapiso autonivelante ficou nesta análise citada 9,24R\$/m² mais barato que o método convencional.

5.1 Verificação da viabilidade econômica da argamassa convencional para contrapiso utilizando o SINAPI

Utilizando o sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil (SINAPI), foi levantado o custo por metro quadrado em relação ao contrapiso convencional utilizado no edifício Excellence com área de 12184,26 metros quadrados. Na figura 17, temos a composição que foi escolhida mais adequada para o estudo em questão.

Figura 17 – composições do SINAPI, utilizando a ferramenta OrçaFascio



CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TIPO	UNIDADE	VALOR	VALOR	COEFICIENTE	VALOR NÃO	VALOR
				UNITÁRIO	UNITÁRIO		DESONERADO	DESONERADO
C 87343	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM MISTURADOR DE EIXO HORIZONTAL DE 300 KG, AF_06/2014	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	m ²	402,79	396,63	0,0431	17,36	17,09
C 88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	15,79	14,08	0,27	4,26	3,80
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	11,16	10,09	0,135	1,50	1,36
I 00001379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	Material	KG	0,54	0,54	0,5	0,27	0,27
I 00007334	ADESIVO PARA ARGAMASSAS E CHAPISCOS	Material	L	7,05	7,05	0,435	3,06	3,06

Fonte: acervo próprio

Para ser calculado o valor gasto, o valor unitário não desonerado foi ajustado para o mesmo valor da argamassa pronta fornecida pela concreteira de 290,00R\$/m³, multiplicado pelo coeficiente de 0,0431 obteve-se o valor de 12,49R\$/m², referente a uma espessura de 3 cm, porém esses valores devem ser ajustados para a espessura de 8cm conforme o real executado na obra.

Sendo assim chega-se a um valor de 33,30R\$/m² mais os valores dos encargos complementares dos pedreiros e ajudantes no valor de 5,76R\$/m², totalizando 39,06R\$/m². Considerando que o empreendimento tem 12184,26 metros quadrados de contrapiso, o valor total do item contrapiso foi de 475917,19R\$ pelo SINAPI.

Custo de execução farofa = 41,54R\$/m²

Custo de execução SINAPI = 39,06R\$/m²

6 QUADRO RESUMO

A figura 18 tem-se o quadro resumo que detalha o que foi gasto durante a execução dos contrapisos das obras analisadas, gasto com mão de obra e materiais. E chegando o valor por m² de cada método, R\$32,30/m² no contrapiso autonivelante e R\$41,54 para o método tradicional de contrapiso.

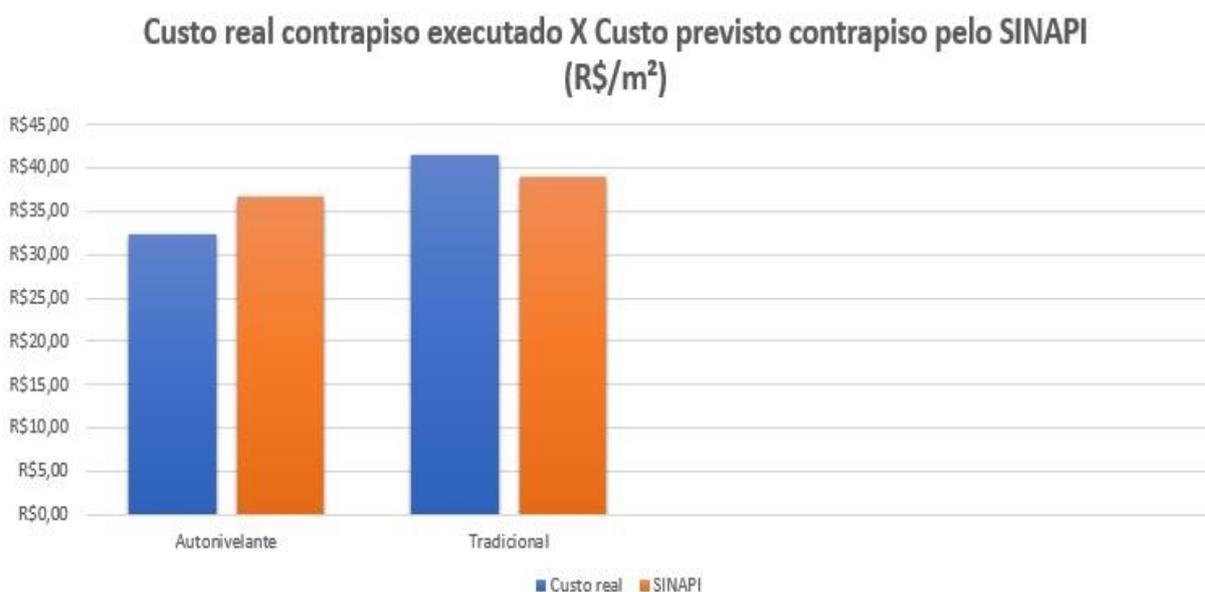
Figura 18 – Custos reais da execução de cada método de contrapiso.

Método construtivo	Obra	Custo mão de obra	Custo Material	Total	Preço/m ²
CPA	Imperador do lago	R\$95.764,9	R\$185.456,40	R\$281.200,57	R\$32,30
CPC	Excellence	R\$220.557,97	R\$282.674,83 + R\$2.924,22	R\$506.134,16	R\$41,54

Fonte: acervo próprio

A figura 19 tem-se o gráfico resumo que detalha o que foi gasto durante a execução dos contrapisos das obras analisadas e valor levantado pelo SINAPI, onde mostra-se valores próximos ao real gasto.

Figura 19 – Custos reais x Custos SINAPI



7 CONCLUSÃO

Para os empreendimentos da Pam onde foi realizado o estudo de caso, ficou claro que a produtividade do contrapiso autonivelante é muito superior quando comparado a execução do contrapiso com a argamassa seca. Enquanto uma equipe terceirizada, composta por 6 pessoas, executava 235,46 m²/dia de contrapiso autonivelante, a produção da equipe da construtora com a argamassa seca foi de 160 m²/dia com as 16 pessoas.

Além da produtividade superior, o estudo mostrou que quando avaliamos somente o custo do m², a argamassa autonivelante obteve menor preço, 9,24 R\$/m². Com essas informações levantadas corroboram que, sim, novas tecnologias podem trazer para a engenharia civil ganhos tanto em produtividade como redução de custos mantendo a qualidade dos serviços prestados.

A decisão que o engenheiro deve fazer para decidir qual contrapiso ele irá utilizar em sua obra deverá ser feita estudando caso a caso. O edifício Imperador do lago que serviu de coleta de dados para este estudo optou pelo contrapiso autonivelante para acelerar a obra e obteve sucesso, reduzindo aproximadamente em 3 meses o tempo de execução do contrapiso.

Caso a obra estiver atrasada, os elevadores de carga estiverem sendo muito utilizados, gerando problemas de abastecimento, com certeza o contrapiso autonivelante será uma boa opção. Além disso, a obra reduz a quantidade de colaboradores durante a execução do contrapiso caso opte em utilizar a argamassa autonivelante.

Na obra do edifício Excellence optou-se pelo contrapiso tradicional, por ter sido construído antes dessa tecnologia ter chegado na cidade de Palmas, onde provavelmente teria sido executado o contrapiso auto adensável, pois além da produtividade ser maior, o custo e a mão de obra se mostraram atreves do estudo serem menor.

Levando em consideração os valores fornecidos pelo SINAPI, o estudo mostrou-se válido, apesar das composições terem seus valores adaptados devido a espessura dos contrapisos executados, os valores de execução final, incluindo mão de obra e material fornecidos pelas composições foram próximos aos valores reais.

Em relação ao contrapiso autonivelante o valor encontrado fixou-se bem próximo do custo real executado, enquanto o custo real encontrado foi de

32,00R\$/m² o custo fornecido pelo SINAPI chegou a 36,64R\$/m². Em relação ao contrapiso tradicional o real gasto pela obra ficou 41,54R\$/m², enquanto pelo SINAPI, chegou a 39,06R\$/m², ou seja, valores bem próximos.

É importante levar em consideração que tanto a “farofa” quanto a argamassa autonivelante para contrapiso necessitam de controle tecnológico e atenção na sua aplicação. Ambas com suas particularidades, mas tanto uma quanto a outra podem apresentar patologia se não tiver acompanhamento de um engenheiro, controle de qualidade e ensaios exigidos por norma.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9935:2011. **Agregados – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 12p.
- ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de revestimentos de argamassa**. 1. Ed. São Paulo, SP, 2002.
- AFAM – ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE MORTERO. **Guia Morteros especiales**. 1º edición: Madrid, marzo de 2005.
- ANDERBERG, A. **Studies of moisture and alkalinity in self-levelling flooring compounds**. Doctoral Thesis. Division of building materials, Lund Institute of Technology. Lund, 2007.
- ANDRADE, Maria Margarida de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- ALRIFAI, A.; AGGOUN, S.; KADRI, A.; KENAI, S.; KADRI, E.H. **Paste and mortar studies on the influence of mix design parameters on autogenous shrinkage of self-compacting concrete**. Construction and Building Materials, v. 47, p. 969- 976 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529: **Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas**. Rio de Janeiro, 1995.
- BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura. Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia da Construção Civil, BT,PCC,44. São Paulo: EPUSP, 1991.
- BARROS, M.M.S.B. Contrapiso: características técnicas e exigências. X SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa. Fortaleza, 2013.
- BRANCO, A. C., BRITO, M. **Contrapiso Autonivelante**. 2º caderno de casos de inovação na construção civil. 2104.
- CHRISTIANTO, H. A. **Effect of chemical and mineral admixtures on the fresh properties of self compacting mortars**. Master of Science in civil engineering. Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University. AUGUST, 2004.
- CICHINELLI, G. Contrapiso autonivelante. **Revista Equipe de Obra**. Edição 58. Abril, 2013.
- CICHINELLI, Gisele. **Construção Passo a Passo**. São Paulo: Pini, 2009.

COSTA, Mirian de Almeida. Divisi Engenharia, 8 de Outubro de 2009 [Online]. 19 de Abril de 2013. Disponível em: <<http://www.divisiengenharia.com.br/site/cura-doconcreto/>>. Acessado em: 10 de abril de 2017.

DIONNE, Jean; LAVILLE, Christian. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Belo Horizonte: Artmed, 1999.

EGLE, T. **Contrapiso autonivelante**. Revista Téchne. Edição 164. Novembro, 2010.

FERFA – The resin flooring Association. **European standards for In situ Flooring products**. England, 2005.

FREITAS, J. de A. Jr. **Construção Civil II (TC-025)**: Pisos em edificações. Apresentações. Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2013. Fórum da construção. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=14&Cod=149>>. Acesso em: 10 de abril de 2017.

GOME, A. O.; GONÇALVES, J.P. Inovações tecnológicas em canteiros de obras. X SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa. Fortaleza, 2013.

CORREIA, Paulo César, BARROS, Alexandre Rodrigues. **Métodos de dosagem de concreto autoadensável**. São Paulo: Pini, 2009.

GOLDENBERG, M. (1998/2000) A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais 3º edição. Rio de Janeiro: Record.

GUIMARÃES, M. B. **Polímeros dispersíveis para argamassas autonivelantes**. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa. Fortaleza, 2013.

GUGELMIN, L. A. M. **Contrapiso autonivelante**. X SBTA – Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa. Fortaleza, 2013.

KATSIADRAMIS N. I. et al. **Experimental and comparative study on the characteristics of self-levelling mortar for optimisation with marble as aggregate**. British Hellenic College, Athens, Greece, 2010.

MARTINS, E. J. **Procedimento para dosagem de pastas para argamassa autonivelante**, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009. 139f.

MARTINS, A. J. G. **Estudo da durabilidade dos revestimentos de piso**. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2012.

MEHDIPOUR, I.; RAZZAGUI, M.S.; AMINI, K.; SHEKARCHI, M. Effect of mineral admixtures on fluidity and stability of self-consolidating mortar subjected to prolonged mixing time. **Construction and Building Materials**, v. 40, p. 1029-1037, 2013.

NAKAKURA, Elza *et al.* **Mãos à Obra pro** [Online]. - Associação Brasileira de Cimento Portland, 2012. - 28 de Janeiro de 2013. – Disponível em: <<http://www.maosaobra.org.br/fasciculos/fasciculo-pisos/base-de-concreto-econtrapiso/execucao-passo-a-passo-argamassa-de-regularizacao/>> Acessado em: 10 de abril de 2017.

ORTEGA, A. G. Mortero. Autonivelante. III Jornadas Iberoamericano de Materiales de Construcción. San Juan, 2003.

RIBEIRO, Carmem Couto, PINTO Joana Darc Silva e STARLING Tadeu. **Materiais de Construção Civil**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

REPETTE, Wellington Longuini. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. Vol.2. São Paulo: G.C. Isaia, 2005.

SHAEFER, C. O. **Valorização de fonte alternativa de sulfato de cálcio para a produção de argamassas autonivelantes**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

SEIFERT, S.; NEUBAUER, J.; GOETZ-NEUNHOEFFER, F. **Spatially resolved quantitative in-situ phase analysis of a self-leveling compound**. University of Erlangen-Nuremberg, Schlossgarten. Erlangen, Germany, 2011.

SILVA, V. D. **A Importância do Processo de Desenvolvimento Tecnológico na Implantação de Novas Tecnologias. Case Contrapiso Autonivelante**. X SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa. Fortaleza, 2013.

SOUZA, N. C. **Análise de desempenho do contrapiso autonivelante em relação ao sistema convencional**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em construção civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

VENDRAMETO, O.; FRACCARI, P.L.; BOTELHO. W.C. **A inovação tecnológica na construção civil e os aspectos humanos**. XXIV Encontro Nac. De Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov. De 2004. p. 4091-4098.

TUTIKIAN, B. F. **Método para dosagem de concreto auto adensáveis**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca, DAL MOLIN, Denise Carpena. **Concreto auto adensável**. São Paulo: Pini, 2008.