



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ALLAN FELIPE DA SILVA LIMA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O CONTRAPISO CONVENCIONAL E O
CONTRAPISO COM ARGAMASSA AUTONIVELANTE.**

Recife
2018

ALLAN FELIPE DA SILVA LIMA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O CONTRAPISO CONVENCIONAL E O
CONTRAPISO COM ARGAMASSA AUTONIVELANTE.**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Pernambuco como parte dos
requisitos para obtenção de grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Rachel Perez Palha

Recife
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4/ 1469

- L732e Lima, Allan Felipe da Silva.
Estudo comparativo entre o contrapiso convencional e o contrapiso com argamassa autonivelante. / - 2018.
44 folhas, il., tab.
- Orientadora: Prof^ª. Rachel Perez Palha.
- TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Graduação em Engenharia Civil, 2018.
Inclui Referências e Apêndices.
1. Engenharia Civil. 2. Contrapiso com argamassa autonivelante. 3. Contrapiso convencional. 4. Composição de custo. 5. Produtividade. I. Palha, Rachel Perez (Orientadora). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2019-035



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 – Allan Felipe da Silva Lima

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Rachel Perez Palha

Examinador 1: Prof. Paulo de Araújo Régis

Examinador 2: Priscilla Elisa de Azevedo Basto

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Estudo comparativo entre o contrapiso convencional e o contrapiso com argamassa autonivelante.

LOCAL: Centro Tecnológico e Geociências – CTG/UFPE.

DATA: 06 / 02 / 2019 **HORÁRIO DE INÍCIO:** 09h.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) arguido(s) oralmente pelos membros da banca com NOTA: 7,1 (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) **aprovado(s) (nota > = 7,0)**, pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, $3,0 \leq \text{nota} < 7,0$, será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) **reprovado(s). (nota < 3,0)**

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, 06 de fevereiro de 2019

Orientador:

Avaliador 1:

Avaliador 2:

Candidato 1:

À minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus que sem Ele esse sonho não seria possível.

Aos meus pais, José Fernando e Maria de Lourdes e ao meu irmão, Victor Fernando, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A toda minha família, que contribuíram com a minha formação tanto como Engenheiro quanto Ser Humano.

À professora Rachel Palha, pelos conhecimentos, pela oportunidade e paciência.

Ao Engenheiro Augusto César, que me ensinou o amor pela engenharia e também por ser um exemplo como pessoa e Engenheiro.

Aos meus amigos, em especial Rafaelle Ferreira, André Felipe, Leandro Estevam e Bruno Rodrigues que sempre me ajudaram.

RESUMO

Em um cenário de crise no setor da construção civil, fazem-se necessários estudos especialmente detalhados acerca da condução de obras de grande, médio e pequeno porte de forma mais econômica e eficiente. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma comparação entre o contrapiso com argamassa convencional, popularmente conhecido como “farofa” e o contrapiso com argamassa autonivelante, dispendo como critérios: economicidade e produtividade. Foi desenvolvido estudo comparativo de custos utilizando as tabelas oferecidas pela Caixa Econômica Federal no mês de setembro de 2018, sendo analisados parâmetros de produtividade e sua influência no desenvolvimento da obra. Realizou-se, concomitantemente, comparação quantitativa entre os métodos de execução dos contrapisos objetos de estudo desta monografia. Por fim, o resultado da análise determina que o contrapiso autonivelante oferece uma economia de R\$12,00/m² em relação ao contrapiso convencional, além de o tempo de execução ser 100% mais rápido, para espessuras de 3,00 cm.

Palavras-chave: Contrapiso com argamassa autonivelante. Contrapiso convencional. Composição de custo. Produtividade.

ABSTRACT

In a crisis scenario in the civil construction sector, it is necessary to carry out specially detailed studies on the conduction of large, medium and small works in a more economical and efficient way. In this sense, the present work has the objective of comparing the subfloor with conventional mortar, popularly known as "farofa" and the subfloor with self leveling mortar, having as criteria: economicity and productivity. A comparative cost study was developed using the tables offered by Caixa Econômica Federal in September 2018, and productivity parameters and their influence on the development of the work were analyzed. At the same time, a quantitative comparison was made between the methods of execution of the counterparts object of study of this monograph. Finally, the result of the analysis determines that the self-leveling subfloor offers an economy of R \$ 12.00 / m² in relation to the conventional subfloor, in addition to the execution time being 100% faster, for thicknesses of 3,00 cm.

Keywords: Subfloor with self-leveling mortar. Conventional subfloor. Cost composition. Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Reservatório de areia	15
Figura 2. Betoneira.....	17
Figura 3. Preparo da argamassa convencional.....	17
Figura 4. Bombeamento da argamassa autonivelante.....	18
Figura 5. Espalhamento da argamassa autonivelante.....	18
Figura 6. Esquema do sistema de piso	19
Figura 7. Retirando detritos da base.....	20
Figura 8. Transferência de níveis	21
Figura 9. “Mestra” de piso.....	21
Figura 10. “Estanhamento” do piso.....	22
Figura 11. Apiloamento do contrapiso.....	23
Figura 12. Sarrafeamento da argamassa.....	23
Figura 13. Execução do contrapiso autonivelante.....	24
Figura 14. Aspersão de água.....	24
Gráfico 1. Tensão de ruptura contrapiso convencional.....	33
Gráfico 2. Tensão de ruptura contrapiso autonivelante.....	33
Figura 15. Edifício 15 pavimentos tipos	35
Gráfico 3. Variação de preço.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição para argamassa convencional de 3 cm	29
Tabela 2. Composição para argamassa convencional de 4 cm	29
Tabela 3. Composição para contrapiso autonivelante de 3 cm	29
Tabela 4. Composição para contrapiso autonivelante de 4 cm	30
Tabela 5. Insumos para contrapiso convencional	30
Tabela 6. Insumos para contrapiso autonivelante	30
Tabela 7. Resistência de aderência à tração	34
Tabela 8. Composição de custo	35
Tabela 9. Variação de preço	36
Tabela 10. Tempo de execução de um apartamento de 60,0 m ²	36
Tabela 11. Tempo de execução de contrapiso de 60 apartamentos	37
Tabela 12. Comparação dos cronogramas	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 PRINCIPAIS TIPOS DE ARGAMASSAS	15
2.1.1 Argamassas convencionais	15
2.1.2 Argamassas industrializadas	18
2.2 CONTRAPISO	19
2.2.1 Característica do contrapiso	19
2.2.2 Classificação dos tipos de contrapisos	20
2.2.3 Etapas comuns ao contrapiso convencional e o contrapiso autonivelante	20
2.2.3.1 <i>Preparo da base</i>	20
2.2.3.2 <i>Transferência dos níveis</i>	21
2.2.3.3 <i>“Estanhamento” da base</i>	22
2.2.4 Execução do contrapiso convencional	22
2.2.5 Execução do contrapiso autonivelante	23
2.3 COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIO	25
2.4 PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRA	26
2.5 ORÇAMENTO	26
2.6 CRONOGRAMA	27
3 MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 MATERIAIS	28
3.1.1 Tabelas de composição SINAPI	28
3.1.2 Gráficos de resistência de aderência à tração	28
3.2 MÉTODOS	28
3.2.1 Quantificação de custo	28
3.2.2 Produtividade	31
3.2.3 Impacto na dinâmica da obra	31
3.2.4 Análise de desempenho	32

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5 CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA QUANTIFICAÇÃO DE CUSTO	42
APÊNDICE B – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE	43

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos se fazem presentes quase que diariamente na prática profissional do engenheiro civil, com intuito de melhorar a qualidade, a produtividade e diminuir os custos envolvidos no processo do seu produto que podem ser: prédios, pontes, estradas e entre outras obras de engenharia (DOSI, 1988). Nessa perspectiva, a Engenharia Civil tem compromisso de que a cadeia de subsistemas desempenhe suas designadas funções de forma, no mínimo, aceitável para que o sistema possa estar adequado conforme disposto na ABNT NBR 15.575 (2013). Nessa linha de pensamento, fazem-se necessários estudos mais aprofundados destes subsistemas. Dentre esses, as técnicas de contrapisos realizados nas obras, assim como a qualificação da mão-de-obra e dos projetos devendo levar em consideração todas as variáveis para a necessidade de cada situação.

Segundo Martins (2009), o contrapiso ou camada de “regularização” é a interface entre o nível da estrutura bruta de concreto e o nível da superfície acabada. Sua execução incorreta ou inadequada pode levar a grandes problemas tais como os descritos por Barros & Sabbatini (1991):

- a) Custo elevado pela má escolha do tipo de material e formulação utilizada;
- b) Espessuras variáveis do contrapiso;
- c) Falta de padronização;
- d) Falta de qualidade do produto final.

De acordo com os autores, no ano de 1990 foram realizados 4.500.00 m² de área construída, 80% (oitenta por cento) dessa área foi executada por contrapiso convencional, com espessura média de 6,0 cm, tendo um consumo anual de cimento de 97.200 toneladas. Estima-se caso a execução do contrapiso fosse com a implantação de uma produção racional, haveria expressiva redução desse consumo de 61.200 toneladas.

Indo de encontro com a ideologia difundida pela Engenharia de qualidade e produtividade, a argamassa autonivelante se faz uma interessante alternativa à “farofa” (argamassa utilizada no contrapiso convencional), garantindo isenção dos defeitos de execução e qualidade do contrapiso convencional.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma comparação entre o contrapiso com argamassa autonivelante e o contrapiso com argamassa convencional, popularmente conhecido como “farofa”, através da análise de custo, produtividade e qualidade do produto final ofertado pelos dois tipos de execução.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Apesar de no século XXI, apresentar diversos avanços tecnológicos no ramo das Engenharias, algumas atividades da Engenharia Civil ainda são muitas primitivas. Nesse sentido, é fundamental uma evolução tecnológica gradual e natural, para que estas atividades incorporem a nova mentalidade que norteia o mercado, qual seja, a observância aos critérios de qualidade e produtividade.

Deve-se ainda atentar ao fato de que o impacto ambiental das atividades humanas é um dos temas que ocupam o centro das atenções atualmente. A construção civil, por sua vez, é um dos maiores poluidores, aliado a isso, a ausência de projetos de contrapiso leva ao consumo excessivo de aglomerantes, principalmente o cimento (BARROS; SABBATINI, 1991). A indústria cimenteira é responsável por 5% (cinco por cento) do CO₂ (dióxido de carbono) produzido pelo homem (FONSECA, 2010), valor este bastante significativo para a poluição do meio ambiente.

Como já citado acima, a produtividade é um dos pilares que sustentam a engenharia moderna, pois na maioria das obras o cronograma é limitado, devendo cumprir os prazos contratuais com os clientes. Nesse sentido, a etapa de contrapiso é uma etapa demorada e seu encurtamento influencia diretamente no tempo de conclusão da obra, garantindo redução da execução da obra e/ou retirada do atraso de outras atividades, além de acelerar a entrada de novas etapas construtivas no canteiro.

Nessa perspectiva, o uso de métodos mais econômicos e produtivos torna-se cada vez mais necessário, haja vista a grave crise que aflige o setor da construção civil desde o ano de 2015. Nos anos de 2015 houve uma queda no número de obras relativo a 9% (nove por cento) e em 2017 houve um decréscimo de 5% (cinco por cento) (CBIC, 2018).

Assim, justifica-se um estudo detalhado sobre a comparação entre os contrapisos convencionais e com argamassas autonivelantes, a fim de reduzir o prazo de obra e melhorar a economicidade da mesma.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Realizar estudo comparativo entre o contrapiso convencional e o com argamassa autonivelante, destacando aspectos como economicidade e produtividade.

1.2.2 Objetivos específicos

- Revisar bibliografia no que diz respeito ao contrapiso convencional e o com argamassa autonivelante;
- Comparar o processo de execução entre a “farofa” e o contrapiso com argamassa autonivelante;
- Analisar custos da execução dos contrapisos convencional e com argamassa autonivelante;
- Desenvolver estudo de produtividade com ambos tipos de contrapiso;
- Avaliar qualidade apresentada pelos contrapisos;
- Verificar a influência dos dois tipos de contrapisos na dinâmica do canteiro de obra;
- Averiguar o contrapiso com melhor desempenho, produtividade e custo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRINCIPAIS TIPOS DE ARGAMASSAS

A argamassa é definida como uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos e adições, com propriedades de aderência e endurecimento, sendo utilizada como revestimento interno e/ou externo, assentamento de blocos, chapisco, contrapiso e colagem (ABNT NBR 13.529, 2013). Basicamente é dividida em dois grupos, quais sejam: as argamassas convencionais e as argamassas industriais.

Assim como o concreto, as argamassas têm as fases fresca e endurecida, tendo cada uma fundamental importância no desempenho do sistema. No estado fresco, a propriedade mais marcante é a trabalhabilidade, que é influenciada pelo fator aglomerante/agregado e a granulometria do agregado. A trabalhabilidade impacta diretamente propriedades como resistência mecânica, compacidade e textura. Para atingir o grau de compacidade necessário para o desempenho correto do sistema a argamassa deve apresentar trabalhabilidade para que o profissional consiga executá-la sem grandes esforços (BARROS; SABBATINI, 1991). Por sua vez, no estado endurecido, a propriedade mais acentuada é a resistência mecânica, a qual está relacionada a durabilidade do contrapiso, fase esta de grande importância para o decorrer de toda a obra, como também, do pós-obra.

2.1.1 Argamassas convencionais

Em relação a argamassa convencional, vale mencionar que para sua confecção se faz necessário o uso de 3 (três) materiais básicos, quais sejam: o cimento, a areia e a água, materiais estes que serão abordados detalhadamente a seguir.

O material designado Cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação da água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à ação da água, o cimento Portland não se decompõe mais (ABCP, 2002).

A areia é o que se denomina de agregado miúdo, é o material passante na peneira número 4, sendo conceituado material passante com no mínimo 85% (oitenta e cinco por cento) do material devendo passar na referida peneira. É de fundamental importância que esse

agregado esteja livre de todas as impurezas, para não comprometer a qualidade da argamassa (ABNT NBR 7.251, 1982).

E a água, por sua vez, é o material utilizado na mistura dos componentes, utilizada de forma controlada, participando da hidratação do Cimento Portland, garantido, neste tipo de argamassa, a trabalhabilidade.

Uma definição básica de argamassa convencional é trazida por Bresci Júnior & Santos (2017), os quais dispõem que são as argamassas dosadas em obra, ou seja, seu preparo é feito a partir da mistura em determinada sequência de cimento, areia e água na betoneira, no caso das argamassas para contrapiso. A dosagem, geralmente, é feita por meio de padiolas ou por carro-de-mão, não tendo uma medida tão precisa quanto à argamassa industrial. Os materiais são dispostos no canteiro, ocupando grande parte da área do mesmo, como observado na Figura 1, a mistura dos materiais utilizados pode ser verificada na Figura 2 e o produto final pode ser visualizado na Figura 3.

É relevante observar a questão do espaço físico, o qual vem sendo reduzido cada vez mais, dificultando o trânsito tanto de materiais, os quais serão utilizados no decorrer da obra, quanto dos trabalhadores, que precisam de um determinado espaço para poder realizar a sua atividade de maneira satisfatória.

Figura 1. Reservatório de areia



Fonte: O Autor (2018)

Figura 2. Betoneira



Fonte: O Autor (2018)

Figura 3. Preparo da argamassa convencional



Fonte: O Autor (2018)

2.1.2 Argamassas industrializadas

Argamassas industrializadas são materiais provenientes de dosagem controlada em instalação industrial, de aglomerantes de origem mineral, agregados miúdos e, eventualmente, aditivos e adições em estado fresco, seco e homogêneo (ABNT NBR 13.529, 1995). São argamassas que já chegam prontas na obra e são divididas em dois grupos: as ensacadas e as dosadas em central.

As argamassas ensacadas são aquelas que vêm em sacos, bastando apenas o incremento de água na aplicação. Seu controle é bem rígido em relação à dosagem, e o volume de água a adicionar é indicado na embalagem. Para esse tipo de argamassa é necessário um local para armazenagem e o seu transporte pode ser feito por guinchos cremalheiras ou guias.

As argamassas dosadas em central são aquelas que já vêm prontas para uso, sendo fornecida por caminhões betoneiras, conforme demonstra a Figura 4. A dosagem é feita toda na central e o seu transporte vertical geralmente é feito por bombas, não sendo necessário o acondicionamento dela no canteiro. E finalmente é realizado o espalhamento da argamassa autonivelante, como mostra a Figura 5.

Figura 4. Bombeamento da argamassa autonivelante



Fonte: Azul Concreto (2018)

Figura 5. Espalhamento da argamassa autonivelante



Fonte: Azul Concreto (2018)

2.2 CONTRAPISO

O contrapiso pode ser definido como sendo uma das camadas do subsistema piso e tem inúmeras funções dentro do sistema construtivo dentre as quais se podem citar: regularizar bases, nivelar a superfície, oferecer caimentos necessários para ralos, embutimento de instalações, entre outros (MARTINS, 2009).

O sistema de piso está devidamente apresentado na Figura 6.

Figura 6. Esquema do sistema de piso



Fonte: ABNT NBR 15.575 (2013)

Para definir qual o tipo de contrapiso deve ser escolhido, é necessário determinar os parâmetros envolvidos diretamente no seu desempenho, destacando as suas funções e finalidades, as características e propriedades, a base em que será aplicado, tipo de revestimento de piso que irá receber as solicitações previstas, as técnicas de execução e os materiais disponíveis para a produção da argamassa (BARROS; SABBATINI, 1991).

2.2.1 Característica do contrapiso

É necessário para que o contrapiso desempenhe a função a ele designada, características como (ELDER; VANDENBERG, 1977; PYE, 1984):

- a) Condições Superficiais: Aderência entre piso e revestimento;
- b) Aderência: Capacidade que as interfaces piso-contrapiso e base-contrapiso têm de absorver deformações das solicitações de uso;
- c) Resistência Mecânica: Capacidade do contrapiso ficar íntegro após a solicitação de uso e execução;
- d) Capacidade de absorver deformações: Capacidade do contrapiso se deformar sem ocorrer fissuras que prejudiquem seu desempenho;
- e) Compacidade: Definido pela relação de volume de vazios sobre volume total e determina a capacidade do contrapiso resistir ao esmagamento;

f) Durabilidade: É função da exposição do contrapiso e da compatibilidade entre ele e o revestimento.

2.2.2 Classificação dos tipos de contrapisos

Existem três tipos de contrapisos, sendo a classificação baseada na interação com a base (BARROS; SABBATINI, 1991).

a) Contrapiso aderido: Total aderência com a base, tem pequenas espessuras variando de 2,0 a 4,0 cm e trabalha junto com a laje;

b) Contrapiso não aderido: A aderência com a laje não é essencial no desempenho do contrapiso, não havendo necessidade de limpar a base, tendo espessuras superiores a 3,5 cm;

c) Contrapiso Flutuante: Contrapiso com presença de camadas intermediárias de isolamento ou impermeáveis entre a camada de contrapiso e a base, não tendo aderência com a base. Neste tipo de contrapiso as espessuras variam de 4 a 7 cm.

2.2.3 Etapas comuns ao contrapiso convencional e o contrapiso autonivelante

Tanto para o contrapiso convencional quanto para o autonivelante, as etapas comuns são: preparo da base, transferência dos níveis e “estanhamento” da base.

2.2.3.1 Preparo da base

A base deve estar totalmente isenta de detritos de argamassas ou outros materiais que possam isolar o contato do contrapiso com a base (BARROS; SABBATINI, 1991), conforme Figura 7.

Figura 7. Retirando detritos da base



Fonte: O Autor (2018)

2.2.3.2 Transferência dos níveis

Esta etapa geralmente é feita com o auxílio da mangueira de nível e uma equipe formada por duas pessoas, conforme Figura 8, que são responsáveis pela transferência dos níveis para todos os ambientes, demarcando a espessura do contrapiso em cada ponto (BARROS; SABBATINI, 1991), de acordo com a Figura 9.

Figura 8. Transferência de níveis



Fonte: O Autor (2018)

Figura 9. “Mestra” de piso



Fonte: O Autor (2018)

2.2.3.3 “Estanhamento” da base

Antes da execução do contrapiso deve ser executado uma nata de cimento, para garantir a aderência do contrapiso com a base, conforme Figura 10, esta nata tem consumo aproximado de 0,50 kg/m² (BARROS; SABBATINI, 1991).

Figura 10. “Estanhamento” do piso



Fonte: O Autor (2018)

2.2.4 Execução do contrapiso convencional

Concluído o “estanhamento” é feito a confecção das mestras, momento em que finalmente é colocado a “farofa” sendo compactada com um pilão manual, conforme Figura 11, o qual deve obedecer a espessuras máximas de 5,0 cm, mesmo para espessuras superiores (BARROS; SABBATINI, 1991). O apiloamento da “farofa” é feito com o pilão que tem as dimensões da base de 30x30 cm e a altura de queda do mesmo deve ser de 1,50 m, com peso

mínimo de 10 kg. O acabamento final é feito a partir do sarrafeamento e desempolamento da superfície, de acordo com a Figura 12.

Figura 11. Apiloamento do contrapiso



Fonte: Barros & Sabbatini (1991)

Figura 12. Sarrafeamento da argamassa



Fonte: O Autor (2018)

2.2.5 Execução do contrapiso autonivelante

No caso do contrapiso com argamassa autonivelante, antes da execução, deve ser feita uma vistoria no local para possibilitar o dimensionamento do volume de argamassa necessária

para a execução do contrapiso. Além disso, é necessário fazer um barramento das áreas molhadas, pois como a argamassa é autonivelante ela não oferece caimentos para os ralos (BRESCI JÚNIOR; SANTOS, 2017). Ainda de acordo com os autores, a próxima etapa é o recebimento da argamassa na obra por um de seus responsáveis. Autorizado o recebimento da argamassa é realizado o bombeamento da mesma e espalhada até o nível adotado, conforme Figura 13. Concluído a execução do contrapiso é feito o isolamento da área para evitar tráfego. Finalmente é colocada uma lâmina de água por 72 horas, com intuito de evitar o aparecimento de alguma patologia no contrapiso, de acordo com a Figura 14.

Figura 13. Execução do contrapiso autonivelante



Fonte: Bresci Júnior & Santos (2017)

Figura 14. Aspersão de água



Fonte: Bresci Júnior & Santos (2017)

2.3 COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIO

Composição de custo unitário é o processo de estabelecimento dos custos incorridos para execução de um serviço ou atividade, individualizado por insumo e de acordo com requisitos pré-estabelecidos. A composição deve listar todos os insumos necessários à execução de cada serviço, com suas respectivas quantidades, e seus custos unitários e totais (ALVES; ARAÚJO, 2010). Ainda de acordo com os autores citados, a composição de custo deve ser feita antes da execução dos serviços, tendo o objetivo de estimar o valor do custo futuro.

No Brasil, a tabela Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) disponibilizado pela Caixa Econômica Federal, é tida como referência de preço de insumos e de custo de composição de serviço. Na composição deverão estar contidos os seguintes dados (ARAÚJO, 2010):

- a) Insumos: Materiais, mão de obra, equipamentos, serviços terceiros, com suas respectivas unidades;
- b) Quantidades: Índices de aplicação de materiais, de produção ou aplicação de mão de obra;
- c) Preços Unitários de materiais, mão de obra, equipamento;
- d) Taxas de Leis sociais;
- e) Benefícios e Despesas Indiretas (BDI).

De acordo com a Caixa Econômica Federal, o SINAPI é indicado como fonte oficial de referência de preço de insumos e de custos de serviço pelo Decreto nº. 7.983/2013, que estabelece regras e critérios para elaboração de orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e pela Lei nº. 13.303/2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias.

Para o desenvolvimento das tabelas a Caixa Econômica Federal conta com a ajuda do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Ainda segundo a Caixa Econômica Federal, o SINAPI não é uma tabela que relaciona a adoção de seus valores no desenvolvimento ou estudo de orçamento de obras públicas, mas uma referência devidamente representada em documentação técnica, com divulgação pública, que possibilita ao usuário realizar o uso consciente e adequado de suas informações.

2.4 PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS

Planejamento da construção é a organização para execução e inclui o orçamento e a programação da obra. O orçamento relaciona-se com o quesito econômico e a programação é a distribuição das atividades no intervalo de tempo (GONZÁLEZ, 2008). Segundo o mesmo autor, o planejamento é feito em níveis de detalhes, quais sejam: planejamento no nível estratégico (realizado pela alta cúpula), no nível tático (realizado pelos supervisores) e no nível operacional (realizado pelos trabalhadores).

O planejamento no nível estratégico é em longo prazo e não tem grandes níveis de detalhes, levando em conta contratações, terceirização, prazo de entrega, formando assim um plano inicial que indica os macroitens. O planejamento no nível tático é o que possui um detalhamento a médio prazo e leva em consideração serviços que serão executados nos 4 a 6 meses seguintes, tendo atenção na remoção dos empecilhos à produção. Por sua vez, o planejamento no nível operacional é aquele realizado a curto prazo, englobando atividades que serão executadas entre 4 a 6 semanas, detalhando as atividades a serem executadas.

2.5 ORÇAMENTO

Em relação ao orçamento, convém mencionar o entendimento trazido por González (2008):

Há uma relação próxima entre o prazo de execução e o custo da obra, em função das limitações dos clientes. Os recursos disponíveis mensalmente podem definir um prazo mínimo para a obra. Por outro lado, o prazo da obra implica em alguns custos fixos mensais, tais como aluguéis de equipamentos e mão de obra envolvida na organização (mestres, técnicos, engenheiros ou arquitetos responsáveis pela execução) (GONZÁLEZ, 2008, p. 7).

Seguindo a linha de raciocínio do autor, o custo da obra são todos os gastos necessários para a execução, e o preço da construção deve ser igual ao custo mais uma faixa de lucro, conforme estabelecido na equação (1):

$$P = C + L \quad (01)$$

Onde:

P: Preço de Venda

C: Custo total

L: Lucro

Como o ramo de construção civil tem elevado número de clientes, como por exemplo, em construção habitacional, o preço é dado pelo mercado, pois o cliente antes de comprar o imóvel, pesquisa o preço e negocia de acordo com essa informação (GONZÁLEZ, 2008).

Em outras palavras, para gerar um maior lucro, se faz necessário diminuir os custos, tendo o preço de venda como constante. Dessa forma, o orçamento de uma obra deve ser feito antes do início da mesma, possibilitando estudos prévios para o controle dos custos orçados.

2.6 CRONOGRAMA

O cronograma é definido como a programação temporal da execução da obra, nos aspectos físicos e financeiros. As diversas etapas que constituem uma obra são distribuídas no prazo de execução, definindo início e fim das atividades (GONZÁLEZ, 2008).

Assim sendo, o cronograma corresponde a uma meta, a fim de se obter a execução das etapas traçadas previamente, com base no direcionamento dos esforços da equipe.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo trata de uma análise comparativa entre contrapiso convencional e contrapiso com argamassa autonivelante. Para realizar a quantificação de custo, análise de produtividade e o impacto no cronograma da obra, foi utilizada a tabela de composição SINAPI. Além disso, utilizou-se os dados do trabalho de Bresci Júnior & Santos (2017) de resistência à aderência à tração, com o intuito de verificar qual é o mais econômico, produtivo e qual tem maior impacto no aceleração das atividades no canteiro de obra.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Tabelas de composição SINAPI

As tabelas de composição utilizada nesta monografia foram as disponibilizadas no *site* da Caixa Econômica Federal do mês de setembro do ano de 2018.

3.1.2 Gráficos de resistência de aderência à tração

Os gráficos utilizados para resistência e aderência à tração foram obtidos do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, dos graduados Murilo Trevisan Bresci Júnior e Rafael Gadelha Batista dos Santos no ano de 2017, por ser um trabalho mais atualizado e se tratar da região de Pernambuco.

3.2 MÉTODOS

O método de pesquisa é o quantitativo, por meio do qual foram pesquisados e, posteriormente, analisados dados, a fim de se fazer uma comparação entre o contrapiso convencional e com argamassa autonivelante.

3.2.1 Quantificação de custo

A quantificação de custo foi realizada utilizando composições de custo unitário disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal no mês de setembro de 2018 em Pernambuco.

As tabelas utilizadas foram as seguintes para o contrapiso convencional para espessuras de 3 e 4 cm.

Tabela 1. Composição para argamassa convencional de 3 cm

Contrapiso em argamassa traço 1:4, preparo mecânico com betoneira de 400l, espessura 3 cm.	Unidade	
	m²	
CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	0,500000
ADITIVO ADESIVO LÍQUIDO PARA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO CIMENTÍCIO	l	0,435000
ARGAMASSA TRAÇO 1:4 PARA CONTRAPISO	m ³	0,043100
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,330000
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,165000

Fonte: CEF (2018)

Tabela 2. Composição para argamassa convencional de 4 cm

Contrapiso em argamassa traço 1:4, preparo mecânico com betoneira de 400l, espessura 4 cm.	Unidade	
	m²	
CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	0,500000
ADITIVO ADESIVO LÍQUIDO PARA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO CIMENTÍCIO	l	0,435000
ARGAMASSA TRAÇO 1:4 PARA CONTRAPISO	m ³	0,053000
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,360000
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,180000

Fonte: CEF (2018)

A composição para o contrapiso com argamassa autonivelante segundo as tabelas SINAPI para espessuras de três e quatro centímetros.

Tabela 3. Composição para contrapiso autonivelante de 3 cm

Contrapiso em argamassa traço 1:4, preparo mecânico com betoneira de 400l, espessura 3 cm.	Unidade	
	m²	
ADITIVO ADESIVO LÍQUIDO PARA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO CIMENTÍCIO	l	0,200000
ARGAMASSA USINADA AUTOADENSÁVEL E AUTONIVELANTE PARA CONTRAPISO, INCLUI BOMBEAMENTO	m ³	0,043400
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,168000
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,064100

Fonte: CEF (2018)

Tabela 4. Composição para contrapiso autonivelante de 4 cm

Contrapiso em argamassa traço 1:4, preparo mecânico com betoneira de 400l, espessura 4 cm.	Unidade	
	m²	
ADITIVO ADESIVO LÍQUIDO PARA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO CIMENTÍCIO	l	0,200000
ARGAMASSA USINADA AUTOADENSÁVEL E AUTONIVELANTE PARA CONTRAPISO, INCLUI BOMBEAMENTO	m ³	0,053300
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,213000
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,086100

Fonte: CEF (2018)

Para fazer a equação de composição de custo, é necessário obter os valores das unidades de materiais, para insumo, e de tempo, para operários. Estas informações também foram obtidas nas tabelas disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal.

Abaixo segue os valores unitários para os insumos disponibilizados no mês de setembro de 2018 tanto para o contrapiso convencional quanto para o contrapiso autonivelante.

Tabela 5. Insumos para contrapiso convencional

CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	CR	R\$ 0,410000
ADITIVO ADESIVO LÍQUIDO PARA ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS CIMENTÍCIOS	l	CR	R\$ 11,92000
ARGAMASSA TRAÇO 1:4 PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L	m ³	AS	R\$ 410,22000
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	CR	R\$ 19,41000
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	CR	R\$ 15,69000

Fonte: CEF (2018)

Tabela 6. Insumos para contrapiso autonivelante

ADITIVO ADESIVO LÍQUIDO PARA ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS CIMENTÍCIOS	l	CR	R\$ 11,920000
ARGAMASSA USINADA AUTOADENSÁVEL E AUTONIVELANTE PARA CONTRAPISO, INCLUI BOMBEAMENTO	m ³	AS	R\$ 309,12000
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	CR	R\$ 19,41000
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	CR	R\$ 15,69000

Fonte: CEF (2018)

“Quanto à origem do preço, é oportuno observar nos relatórios as seguintes notações: (C) preço do insumo coletado pelo IBGE, (CR) preço obtido por meio do coeficiente de

representatividade do insumo – metodologia de família homogênea adotada no SINAPI – ou (AS) atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo” (CEF, 2018).

Através dos valores acima apresentados é feita a relação e verificado o preço do m² de contrapiso convencional e com argamassa autonivelante para as respectivas espessuras.

O cálculo (MEMÓRIA DE CÁLCULO DA QUANTIFICAÇÃO DE CUSTO – APÊNDICE A) foi realizado fazendo uma correlação entre a tabela de composição do tipo de contrapiso (Tabelas de 1 a 4) e as tabelas do valor do insumo, seja ele tempo de operários ou material (Tabelas 5 e 6).

Esta composição é feita fazendo a seguinte relação: na tabela do tipo de contrapiso é elencado os tipos de insumos e quantidade que são necessários para fazer 1 m² deste produto; com essa informação, será feita a pesquisa nas tabelas disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal, de quanto custa esse insumo e então é feita a relação entre as tabelas para encontrar o valor monetário por m².

3.2.2 Produtividade

A análise de produtividade também foi feita com o auxílio das tabelas de composição SINAPI disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal no mês de setembro de 2018 para o estado de Pernambuco, sendo os resultados baseados nos índices que estão explícitos nas tabelas de números 1 a 4.

O cálculo (MEMÓRIA DE CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE – APÊNDICE B) tomou como referência o tempo total para a execução de 1 m² de contrapiso convencional e o com argamassa autonivelante.

Diferentemente do abordado na quantificação do custo, que fez uma composição entre os insumos gastos e o valor monetário destes, o cálculo de produtividade refere-se ao tempo para execução do contrapiso, sendo o período que o pedreiro, profissional que efetivamente aplica o contrapiso, gasta para fazer, como já mencionado, 1 m² de contrapiso.

3.2.3 Impacto na dinâmica da obra

Em uma obra de construção civil, geralmente, ocorrem várias etapas construtivas simultaneamente, e algumas delas necessitam que certas atividades sejam finalizadas para que outras se iniciem. Tendo em vista que o prazo de uma obra normalmente é curto, é essencial a

redução da duração das atividades construtivas, sem que influenciem negativamente no tempo de execução de outras, a fim de adiantar ou reduzir o atraso de outras etapas.

Para um melhor entendimento da lógica das etapas construtivas de uma edificação e a influência do contrapiso na dinâmica da obra, será demonstrado por meio de um exemplo envolvendo contrapiso convencional e com argamassa autonivelante no tocante ao adiantamento de novas atividades e a influência nas atividades simultâneas.

Para espessuras de 3 cm, a execução de 1 m² de contrapiso convencional demora cerca 0,33 hora, já o autonivelante é cerca de 0,168 hora (MEMÓRIA DE CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE – APÊNDICE B). Ou seja, em 1 hora de serviço, a equipe no contrapiso convencional faz apenas 3 m² enquanto a de autonivelante faz 6 m², em termos percentuais o contrapiso autonivelante é 100% mais ágil que o convencional.

Dessa forma, percebe-se que o contrapiso com argamassa autonivelante irá adiantar outras atividades que depende da execução do sistema, como a cerâmica, fato este inobservado na argamassa convencional.

Outra vantagem que o contrapiso autonivelante leva em relação ao convencional é que ele é bombeável, ou seja, não precisa ocupar o transporte vertical da obra, guias ou guincho cremalheira, contribuindo assim para o adiantamento de outras atividades que são feitas simultaneamente ao contrapiso.

3.2.4 Análise de desempenho

A análise de desempenho levou em conta a parte técnica dos ensaios de resistência à aderência à tração. Os valores de resistências aqui apresentados foram retirados do Trabalho de Conclusão de Curso de Murilo Trevisan Bresci Júnior e Rafael Gadelha Batista dos Santos (2017).

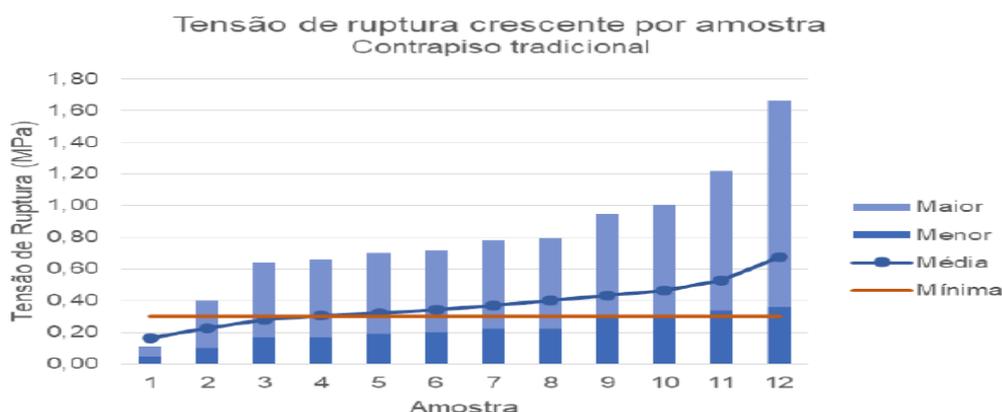
Nesta monografia, os autores ensaiaram corpos de prova dos dois tipos de contrapiso obtendo resultados de resistência a aderência à tração, ensaio este que simula o estado de uso e analisa se os corpos de prova passam de acordo com a verificação da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Um ensaio desse tipo é realizado em painéis de no mínimo 1 m², contemplando trechos tanto da estrutura quanto da vedação. “A aleatoriedade da distribuição das amostras recolhidas é fundamental para evitar, por exemplo, a utilização de corpos de prova em um mesmo alinhamento, com o objetivo de ensaiar somente o

revestimento que está sobre a junta dos blocos, situação que tende a apresentar valores mais elevados de aderência” (RESENDE *apud* NAKAMURA, 2010, p. 1).

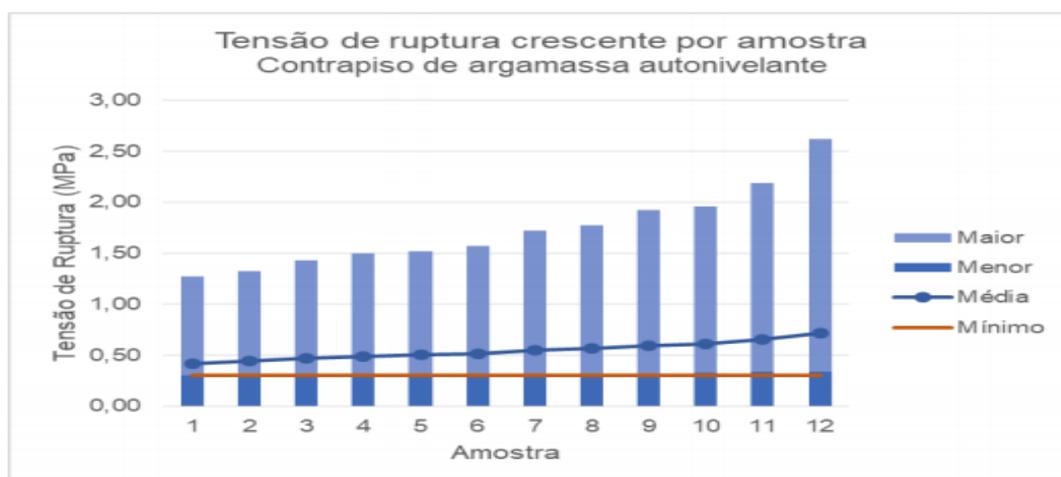
Os gráficos 1 e 2 demonstram os resultados obtidos pelos autores em comento.

Gráfico 1. Tensão de ruptura contrapiso convencional



Fonte: Bresci Júnior & Santos (2017)

Gráfico 2. Tensão de ruptura contrapiso autonivelante



Fonte: Bresci Júnior & Santos (2017)

O teste de resistência à aderência é muito importante, pois de acordo com o engenheiro Mauricio Resende, gerente do Laboratório de Componentes da Construção Civil do Grupo Falcão Bauer,

[...] o ensaio de resistência de aderência à tração é importante para verificar a interação entre as camadas constituintes do revestimento

(base, camada de ligação, revestimento), determinando o valor da tensão de aderência máxima que o revestimento suporta, assim como qual a interface do revestimento que apresenta menor resistência às tensões atuantes no revestimento (RESENDE *apud* NAKAMURA, 2010, p. 1).

Abaixo a tabela 7 demonstra as resistências mínimas necessárias para o desempenho do contrapiso.

Tabela 7. Resistência de aderência à tração

Local	Acabamento	Ra	
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,2$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,3$
	Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,3$
		Cerâmica	$\geq 0,3$
Teto		$\geq 0,2$	

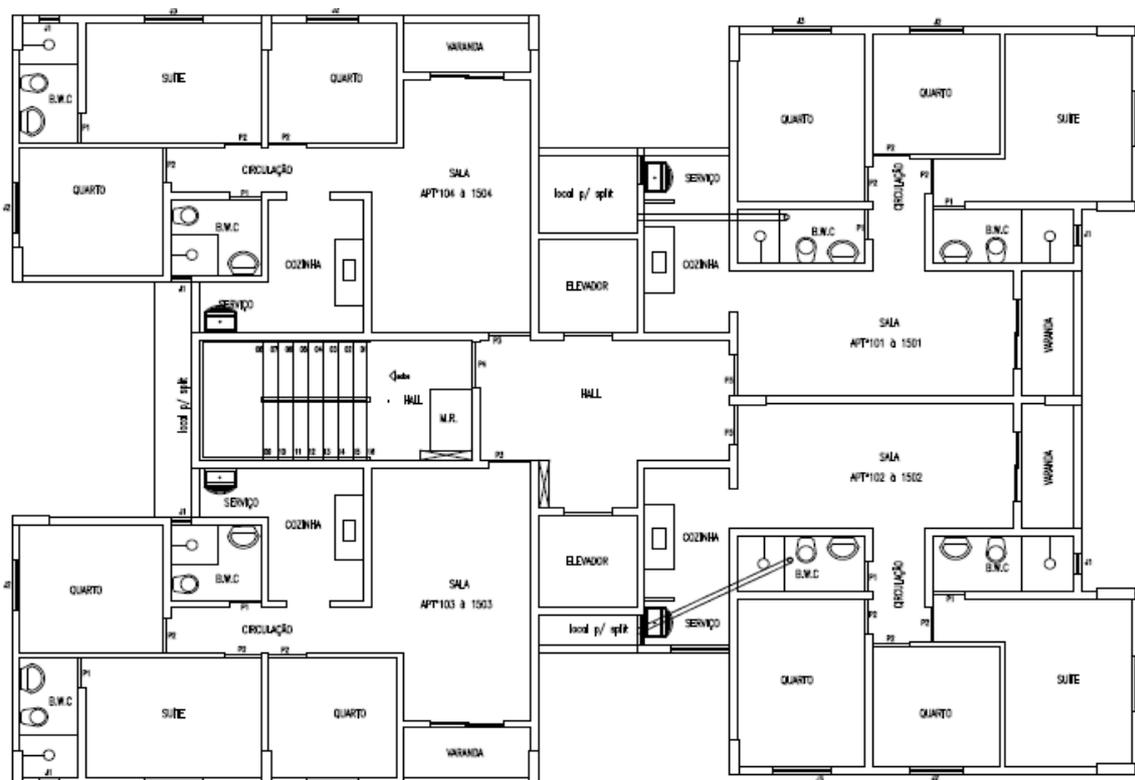
Fonte: ABNT NBR 5738 (2008)

Em outras palavras, com esse ensaio pode-se avaliar qual dos dois sistemas de contrapiso apresentam as resistências médias compatíveis com aquelas prescritas pela ABNT NBR 5738 (2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De forma a fazer uma discussão sobre a quantificação de custo, produtividade e impacto na obra do uso dos diferentes tipos de contrapiso, será feito um exemplo de um prédio de 15 pavimentos, 4 apartamentos por andar e com área privativa de 60 m² com espessuras médias de 3 e 4 centímetros, conforme Figura 15.

Figura 15. Edifício 15 pavimentos tipos



Fonte: Melo Gouveia Construtora e Incorporadora (2016)

Utilizando as equações do Apêndice A, foram obtidos os seguintes resultados para a quantificação de custo dos contrapisos dos apartamentos, conforme tabela 8.

Tabela 8. Composição de custo

Espessura (cm)	3	4
Contrapiso com argamassa convencional	R\$ 1.923,89	R\$ 2.216,62
Contrapiso com argamassa autonivelante	R\$ 1.203,99	R\$ 1.460,72

Fonte: O Autor (2019)

Nos dois casos, os apartamentos usando contrapiso com argamassa autonivelante, mostraram-se mais econômico. Para um entendimento mais global, foram verificadas as variações de preço nessa variação de 1 cm, sendo observados esses valores, na tabela 9.

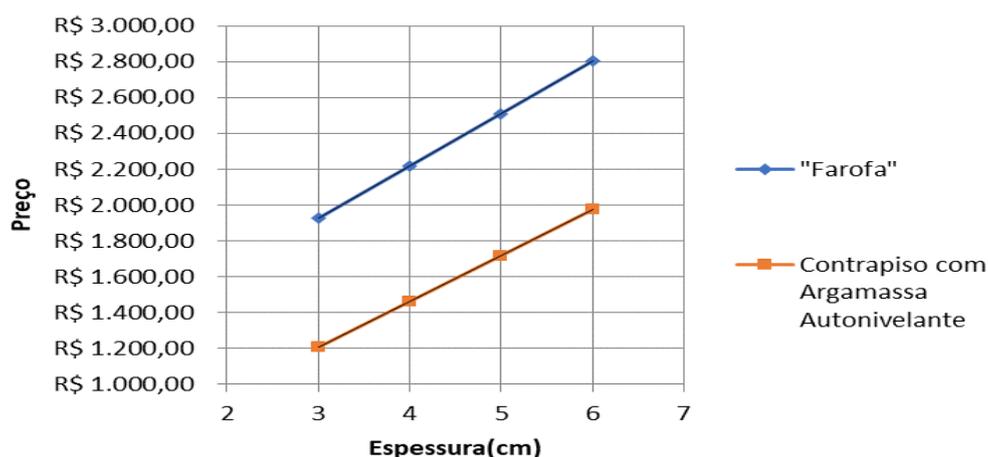
Tabela 9. Variação de preço

Contrapiso	Varição de Preço/1,0 cm de espessura
Argamassa convencional	R\$ 292,73
Argamassa autonivelante	R\$ 256,74

Fonte: O Autor (2019)

Se a variação de preço for linear, pode-se afirmar que o contrapiso com argamassa autonivelante será sempre mais econômico, conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3. Variação de preço



Fonte:

O

Autor (2019)

Outro resultado importante obtido foi em relação a produtividade dos dois sistemas de contrapiso, sendo observado que o contrapiso com argamassa autonivelante é bem mais ágil que o com argamassa convencional. Para um apartamento com espessuras médias de 4 cm, tem-se, de acordo com a tabela 10:

Tabela 10. Tempo de execução de um apartamento de 60 m²

Espessura (cm)	4
Argamassa Convencional	21,6 horas
Argamassa Autonivelante	12,78 horas

Fonte: O Autor (2019)

$$t_{\text{Farofa}} - t_{\text{Argamassa Autonivelante}} = 8,82 \text{ horas}$$

$$\frac{t_{\text{Farofa}}}{t_{\text{Argamassa Autonivelante}}} = 1,69$$

Nota-se que a execução do contrapiso com argamassa autonivelante é cerca de 70% (setenta por cento) mais rápido que o realizado com a “Farofa”, para espessuras de 4 cm. Agora levando esses valores para o exercício em questão do edifício, obtêm-se os seguintes números:

Tabela 11. Tempo de execução de contrapiso de 60 apartamentos

Espessura (cm)	4
Argamassa Convencional	162 dias
Argamassa Autonivelante	96 dias

Fonte: O Autor (2019)

Observa-se uma redução de 66 dias, se um mês tem em torno de 20 dias úteis, isso significa três meses, fato este mostrado na tabela 12.

Tabela 12. Comparação dos cronogramas

MÉTODO	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7
ARGAMASSA CONVENCIONAL							
ARGAMASSA AUTONIVELANTE							

Fonte: O Autor (2019)

Vale salientar ainda que com o uso do contrapiso com argamassa autonivelante bombeada, desafoga o transporte vertical de materiais acelerando também outras atividades, ou seja, o ganho do uso deste tipo de contrapiso não se dá apenas nessa atividade, mas sim na cadeia de etapas construtivas.

Outro ponto interessante são as avaliações qualitativas na execução do contrapiso. No quesito de resistência de aderência à tração, os valores de resistência para todas as amostras de contrapiso com argamassa autonivelante mostraram-se superiores ao mínimo, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Já o contrapiso convencional apresentou algumas resistências inferiores ao mínimo (BRESCHI JÚNIOR; SANTOS, 2017).

Sobre o controle tecnológico da argamassa convencional, é feito de forma muito empírico, sendo os medidores de volume: baldes, padiolas e carros de mão, ou seja, os

critérios de resistências não são garantidos. Já na argamassa autonivelante, o controle tecnológico é feito em centrais dosadoras ou em fábricas, onde a dosagem é realizada de forma rigorosa, em que todos os parâmetros técnicos são levados em consideração.

Finalizada as análises sobre o contrapiso convencional, popularmente conhecido como “farofa”, e o contrapiso com argamassa autonivelante, onde se observou desde a comparação de custos, produtividade, parâmetros técnicos e qualitativos, além de impacto direto no cronograma da obra de ambos os tipos de execução de contrapiso, que o contrapiso com argamassa autonivelante se mostrou mais vantajoso do que o contrapiso convencional.

Em termos de custo, foi notada uma redução de aproximadamente R\$ 12,00/m² de contrapiso com argamassa autonivelante sobre o contrapiso convencional. Já em relação a produtividade, foi percebido um aumento de 100% (cem por cento) para espessuras de 3 cm e 70% (setenta por cento) para 4 cm do contrapiso com argamassa autonivelante em comparação com o contrapiso convencional.

Na questão técnica, foi observado que os controles tecnológicos do contrapiso com argamassa autonivelante são muito superiores em relação ao contrapiso convencional. Nota-se, portanto, que o contrapiso com argamassa autonivelante é um modo de execução mais econômico, mais rápido e melhor que o contrapiso convencional.

5 CONCLUSÕES

A crise da construção civil, que assola o mercado imobiliário desde 2015, torna importante que as construtoras executem produtos de forma cada vez mais econômicas, de forma a minimizar seus custos. Destaca-se, assim, a importância de estudos sobre contrapiso com o objetivo de cumprir essa meta.

Partindo do princípio da comparação entre o contrapiso convencional e o contrapiso com argamassa autonivelante, esta monografia visou comparar esses dois sistemas nos quesitos de produtividade, economicidade e qualidade.

No que diz respeito à produtividade, foi observado que o contrapiso autonivelante é mais ágil que o convencional para espessuras de 3 e 4 cm. No tocante ao critério da economicidade, o contrapiso autonivelante mostrou-se mais econômico do que o convencional. Finalmente no quesito de qualidade de execução, o contrapiso com argamassa autonivelante apresentou-se um produto mais tecnológico do que o convencional, pois os controles técnicos são feitos em laboratórios que garantem as resistências prescritas na ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para a execução de contrapiso, além de evitar várias patologias construtivas que irão acarretar custos adicionais durante a manutenção no período de garantia contratual do imóvel.

Assim, a partir dos conteúdos desenvolvidos neste trabalho, é possível notar a grande influência do sistema de contrapiso no custo durante a execução e no pós-obra para construtoras.

Nesse sentido, para a continuação de uma pesquisa mais aprofundada sobre a influência do tipo de contrapiso no produto final, é necessário intensificar estudos acerca da redução do custo de manutenção do imóvel relacionado ao sistema de piso e o quanto o contrapiso autonivelante acelera as atividades paralelas a ele executadas no canteiro.

REFERÊNCIAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 7. Ed. São Paulo: ABCP, 2002.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5.738: **Concreto**: procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. NBR 7.251. **Agregado em estado solto**: determinação da massa unitária. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

_____. NBR 13.529. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. NBR 13.529. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

_____. NBR 15.575 **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ALVES, Gabriel da Silva; ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de. **Composições de custos unitários**: TCPO X apropriação *in loco*. In: *Site*. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/files/conferences/1/schedConfs/1/papers/1548/public/1548-5486-1-PB.pdf>>. Acesso em: 14 dez.2018.

ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de. **Construção civil**: uma abordagem macro da produção ao uso. João Pessoa: Sinduscon IFPB, 2010.

BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de; SABBATINI, Fernando Henrique. **Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1991.

BRESCI JÚNIOR, Murilo Trevisan; SANTOS, Rafael Gadelha Batista dos. **Análise comparativa entre execução de contrapiso autonivelante e tradicional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Sondagem da indústria da construção**. Publicação nº. 12, dezembro de 2015. In: *Site*. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br>>. Acesso em: 14. dez.2018.

CEF – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Tabelas SINAPI**. *In: Site*. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 14.dez.2018.

DOSI, Giovanni. The nature of the innovative process. *In: DOSI, Giovanni et al. Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.

ELDER, Albert Joseph.; VANDENBERG, Maritz. **Construcción**: manuales AJ. Madrid: 1977.

FONSECA, Gustavo Celso da. **Adições minerais e as disposições normativas relativas à produção de concreto no Brasil**: uma abordagem epistêmica. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. Notas de Aula. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008.

MARTINS, Eliziane Jubanski. **Procedimento para dosagem de pastas para argamassa autonivelante**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009.

NAKAMURA, Juliana. **Teste padrão**: Ensaio de aderência de revestimentos de argamassa foi padronizado depois da revisão da NBR 13.528 para auxiliar os construtores no controle das variáveis que interferem no desempenho do produto. *In: Site*. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/159/teste-padrao-ensaio-de-aderencia-de-revestimentos-de-argamassa-287754-1.aspx>>. Acesso em: 24.jan.2019.

PYE, P.W. BRE Screed tester: classification of screeds, sampling and acceptance limits. **BRE Information Paper**. Garston, nº. 11, 1984.

APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA QUANTIFICAÇÃO DE CUSTO

Para o contrapiso convencional:

1 – Espessura de 3 cm

$$P_e^{\text{convencional}}_{=3\text{cm}}(A(\text{m}^2)) = (0,50 \text{ kg/m}^2 \times \text{cimento R\$/m}^2) + (0,435 \text{ L/m}^2 \times \text{adesivo R\$/L}) + \\ (0,0431 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{argamassa R\$/m}^3) + (0,33 \text{ h/m}^2 \times \text{Pedreiro R\$/h}) + \\ (0,165 \text{ h/m}^2 \times \text{Servente R\$/h})$$

$$P_e^{\text{convencional}}_{=3\text{cm}} = \text{R\$ } 32,00/\text{m}^2$$

2 – Espessura de 4 cm

$$P_e^{\text{convencional}}_{=4\text{cm}}(A(\text{m}^2)) = (0,50 \text{ kg/m}^2 \times \text{cimento R\$/m}^2) + (0,435 \text{ L/m}^2 \times \text{adesivo R\$/L}) + \\ (0,053 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{argamassa R\$/m}^3) + (0,36 \text{ h/m}^2 \times \text{Pedreiro R\$/h}) + \\ (0,18 \text{ h/m}^2 \times \text{Servente R\$/h})$$

$$P_e^{\text{convencional}}_{=4\text{cm}} = \text{R\$ } 37,00/\text{m}^2$$

Para o contrapiso com argamassa autonivelante:

1 – Espessura de 3 cm

$$P_e^{\text{autonivelante}}_{=3\text{cm}}(A(\text{m}^2)) = (0,2 \text{ L/m}^2 \times \text{adesivo R\$/L}) + \\ (0,0434 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{argamassa R\$/m}^3) + (0,168 \text{ h/m}^2 \times \text{Pedreiro R\$/h}) + \\ (0,0541 \text{ h/m}^2 \times \text{Servente R\$/h})$$

$$P_e^{\text{autonivelante}}_{=3\text{cm}} = \text{R\$ } 20,00/\text{m}^2$$

2 – Espessura de 4 cm

$$P_e^{\text{autonivelante}}_{=4\text{cm}}(A(\text{m}^2)) = (0,2 \text{ L/m}^2 \times \text{adesivo R\$/L}) + \\ (0,0533 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{argamassa R\$/m}^3) + (0,213 \text{ h/m}^2 \times \text{Pedreiro R\$/h}) + \\ (0,0861 \text{ h/m}^2 \times \text{Servente R\$/h})$$

$$P_e^{\text{autonivelante}}_{=4\text{cm}} = \text{R\$ } 24,00/\text{m}^2$$

APÊNDICE B – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE

Para o contrapiso convencional:

1 – Espessuras de 3 cm

$$T_{\text{total}}^{\text{convencional}}_{e=3\text{cm}} = t_{\text{pedreiro}}$$

$$T_{\text{total}}^{\text{convencional}}_{e=3\text{cm}} = 0,33 \text{ h/m}^2$$

2 – Espessuras de 4 cm

$$T_{\text{total}}^{\text{convencional}}_{e=4\text{cm}} = t_{\text{pedreiro}}$$

$$T_{\text{total}}^{\text{convencional}}_{e=4\text{cm}} = 0,36 \text{ h/m}^2$$

Para o contrapiso com argamassa autonivelante:

1 – Espessura de 3cm

$$T_{\text{total}}^{\text{autonivelante}}_{e=3\text{cm}} = t_{\text{pedreiro}}$$

$$T_{\text{total}}^{\text{autonivelante}}_{e=3\text{cm}} = 0,168 \text{ h/m}^2$$

2 – Espessura de 4cm

$$T_{\text{total}}^{\text{autonivelante}}_{e=4\text{cm}} = t_{\text{pedreiro}}$$

$$T_{\text{total}}^{\text{autonivelante}}_{e=4\text{cm}} = 0,213 \text{ h/m}^2.$$