



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACIG

**ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DO CONTRAPISO
TRADICIONAL EM RELAÇÃO AO SISTEMA AUTONIVELANTE –
ESTUDO DE CASO OBRA NA CIDADE DE MANHUAÇU-MG : PÁTIO
SOLARES**

Bruno Rodrigues Rosa

**Manhuaçu/MG
2020**



Bruno Rodrigues Rosa

**ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DO CONTRAPISO
TRADICIONAL EM RELAÇÃO AO SISTEMA AUTONIVELANTE –
ESTUDO DE CASO OBRA NA CIDADE DE MANHUAÇU-MG : PÁTIO
SOLARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso Superior de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACIG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Gerenciamento
Orientador(a): Leandro José de Lima

**Manhuaçu/MG
2020**

Resumo: A modernização no setor da construção civil vem a cada dia mais trazendo grandes resultados financeiros, desde o tempo até a criação de novos métodos construtivos. Nesse sentido, o contrapiso autonivelante conseguiu demonstrar grandes vantagens em relação ao contrapiso tradicional, principalmente em razão do tempo. O Residencial Pátio Solares está localizado no centro da cidade Manhuaçu-Mg, e conseguiu aplicar os dois processos construtivos, aonde foi possível analisar o desempenho dos dois métodos e seus custos, além de conseguir observar uma forma de otimizar ainda mais as próximas aplicações.

Palavras-chaves: Contrapiso. Autonivelante. Desempenho. Custo. Tempo. Modernização. Otimizar

Sumário

1.INTRODUÇÃO	5
2. DESENVOLVIMENTO.....	5
2.1. Referencial Teórico	5
2.1.1. Contrapiso Autonivelante (CPA)	5
2.1.1.1. Composição do Contrapiso Autonivelante.....	6
2.1.1.2. Propriedades características	7
2.1.1.3. Consistência da CPA.....	7
2.1.1.4. Resistencia Mecânica do CPA.....	7
2.1.1.5. Resistência ao Arrancamento por Tração do CPA	8
2.1.1.6. Resistência à Abrasão.....	8
2.1.2 Processo construtivo	8
2.1.2.1. Limpeza.....	9
2.1.2.2. Transferência de nível	9
2.1.2.3. Assentamento das niveletas.....	10
2.1.2.4. Colocação de juntas de dessolidarização	10
2.1.2.5. Lançamento da argamassa	11
2.1.2.6. Acabamento do CPA	12
2.1.2.7. Cura da argamassa.....	12
2.1.3 Materiais e Métodos.....	13
2.2 Metodologia	15
2.2.1 CUSTO DOS MATERIAIS	16
2.2.2 PRODUTIVIDADE E TEMPO DE EXECUÇÃO.....	17
2.2.3 Análise dos dados	17
2.2.3.1 Comparativo dos Custos dos Materiais.....	17
2.2.3.2 Comparativo do Tempo de execução	18
3. CONCLUSÃO.....	19
3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
4. Referências	19

1. INTRODUÇÃO

No processo de elaboração do cronograma, vários aspectos são levados em consideração, diretamente relacionados a custo e prazo de execução, esses fatores vem a cada dia com uma maior importância, devido a grande cobrança do mercado.

O método construtivo vem ao longo do tempo se modernizando, como o contrapiso autonivelante, que apresenta muitas vantagens em relação ao contrapiso tradicional, e o tempo vem a cada dia sendo mais valorizado, por isso todos os aspectos são levados diretamente em consideração, principalmente quando os empreendimentos são comerciais.

Na região de Manhuaçu-MG, local da obra escolhida, a tendência da utilização desse processo construtivo ainda não vem com grande uma escala de requisição, devido a análise primária de custo não ser feita de forma correta, principalmente em edifícios com maiores altitudes.

Exemplo claro é a escolha deste empreendimento em estudo no artigo, fazer o comparativo e testar realmente o rendimento custo benefício.

O intuito deste artigo é apresentar valores e resultados reais da região de Manhuaçu-MG conseguindo referenciar os valores adquiridos pela construtora, além de retomar dúvidas sobre o custo elevado do material, e a forma correta de se aplicar, para otimizar a cada dia mais o resultado, e facilitar a escolha do método construtivo, com o objetivo de tornar claro as vantagens e as desvantagens dos métodos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial Teórico

2.1.1. Contrapiso Autonivelante (CPA)

A Construção civil vem a cada dia mais com uma inovação, um processo novo, uma nova ideia, a cada dia com um novo incentivo, o tempo, o custo, o momento e a situação. Assim todos tem a incrível necessidade de correr atrás e ser sempre competitivo. O emprego de produtos, métodos e sistemas construtivos inovadores acabam esbarrando, por vezes, na falta de interesse dos próprios empresários em investir, qualificar a mão de obra e se aprofundar nas potencialidades apresentadas por essas novidades (CALÇADA; PAULO, 2014).

A maior produtividade vem sendo o foco dos canteiros de obra, com o objetivo de superar a crise econômica em que cada estado se encontra. Novas técnicas construtivas, novos materiais, equipamentos, gestão dos processos e industrialização, são alguns dos recursos utilizados pelo segmento para alcançar a excelência (LEOPOLDO; JOÃO, 2015).

O contrapiso autonivelante vem apresentando grandes resultados ao longo dos últimos anos, por ser um material relativamente novo no Brasil, vem com um procedimento de argamassa e aditivos que a cada dia mais surpreende os resultados de execução em grande escala. Fonte?

Sendo muito superior ao método tradicional, o Contrapiso convencional - (CPC), a aplicação da argamassa autonivelante espalha-se e se nivela apenas com o lançamento do mangote, de modo que resulta em menor mão de obra necessária para realizar o serviço, assim como também o tempo de aplicação da mesma, fazendo com que a mão de obra que relativamente é um dos maiores custos do

contrapiso chegue quase que a zero. (SOUZA; NATÁLIA, 2013, p.31).

O processo de contrapiso autonivelante CPA apresenta vantagens significativas em relação ao processo tradicional, tais quais:

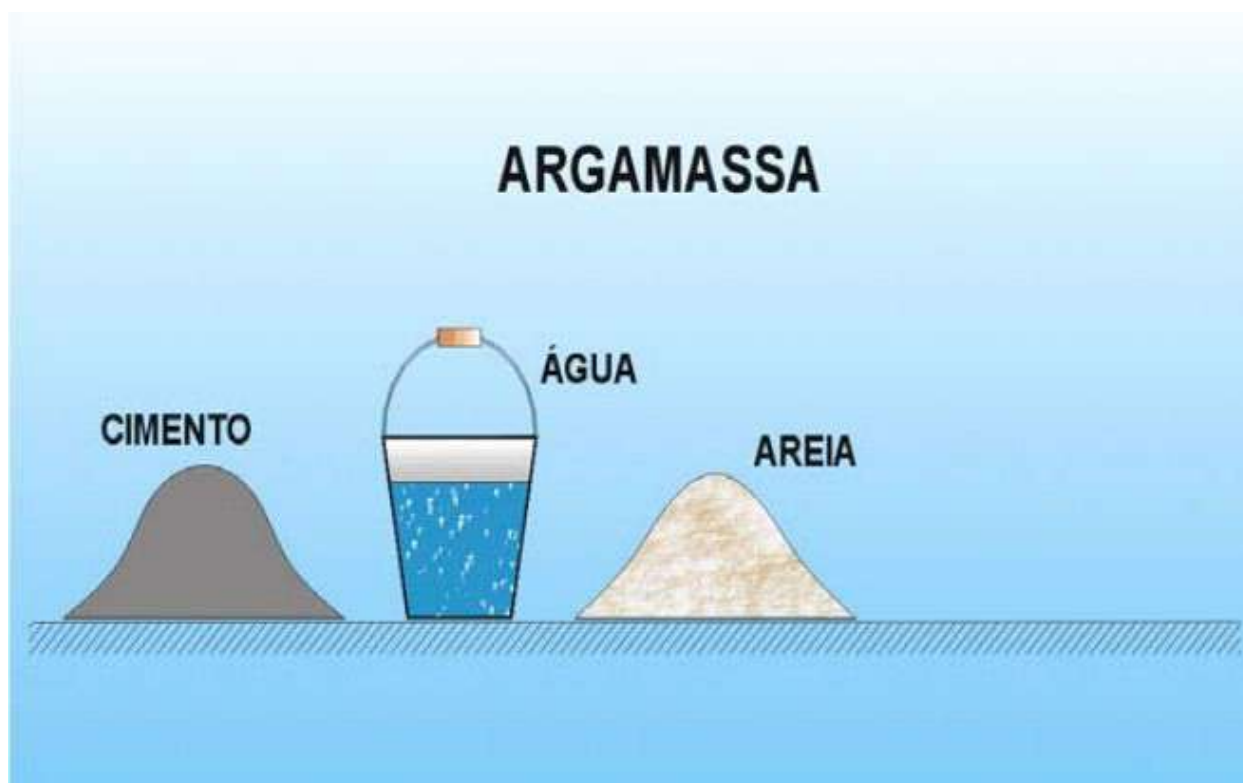
- Mais produtividade que o CPC, por não haver a necessidade de nivelar nem de desempenar a argamassa autonivelante;
- Menor tempo de execução;
- Redução de peso na estrutura;
- Menor quantidade de colaboradores;
- Canteiro de obras mais limpo e seguro;
- Velocidade de aplicação.

2.1.1.1. Composição do Contrapiso Autonivelante

O contrapiso autonivelante é um elemento que compõe o subsistema referente ao piso, sendo constituído de uma única camada de material, a ser lançado sobre uma base (laje estrutural) devidamente preparada, apresentando características como: fluidez, espessura, resistência mecânica e durabilidade, proporcionais ao atendimento das suas funções principais (SOUZA; NATÁLIA, 2013).

Dentro desse processo de aplicação do CPA, o elemento principal é a argamassa, que são materiais de construção que tem nas suas constituições aglomerantes, agregados minerais e água. Quando recém-misturadas, possuem boa plasticidade, enquanto que, quando endurecidas, possuem rigidez, resistência e aderência. Segundo a Norma Brasileira NBR 13281 (2005), a definição de argamassa é mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

Figura 1: Composições da argamassa.



Fonte: Guia da engenharia-Tipos de argamassas

Os aditivos são compostos de superfluidificantes, éteres celulósicos para melhorar a retenção de água, diminuindo o nível de ar no arraste da mistura, alterando a tensão superficial da água no amassamento, tornando o material mais impermeável e dúctil, além de tornar o mais resistente à tração e à abrasão, reduzindo até a tendência a fissuração. A água de amassamento varia entre o intervalo de 20 a 30% da massa seca total a depender do tipo de destinação de um determinado material (NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006).

Ainda segundo Nakakura e Bucher (1997), há diversos tipos de formulações de acordo com as solicitações a que estará exposto o piso:

- Acabamento de pisos industriais submetidos ao tráfego de cargas sobre rodízios e abrasão;
- Nivelamento de pisos industriais (existentes), como substrato para camadas de alta resistência;
- Acabamento de pisos industriais submetidos a cargas leves ou a áreas residenciais ou comerciais com solicitação intensa;
- Nivelamento de preenchimento em pisos novos.

2.1.1.2. Propriedades características

Para a execução do contrapiso autonivelante (CPA), a argamassa autoadensável, composta por argamassa e aditivo, deve apresentar algumas características no que diz respeito à consistência, resistência mecânica, resistência ao arrancamento e resistência à abrasão.

2.1.1.3. Consistência da CPA

O contrapiso Autonivelante consegue adquirir consistência para transporte de pessoas nas duas primeiras horas, sua consistência pode ser medida no laboratório e na obra, para garantir o controle tecnológico ao carregar e ao receber na obra, se tornando muito importante essa análise para garantir o controle do traço do material.

As argamassas autonivelantes devem atingir uma determinada consistência no instante da sua instalação, de modo que a sua viscosidade permita uma deformação conveniente pela ação do seu próprio peso. Desta maneira, a nata se espalhará sobre o substrato, formando uma superfície com a planeza adequada à finalidade da camada: regularização ou acabamento. A medição da consistência pode ser realizada no laboratório, mediante o cone de Kantro e na obra, por meio do anel sueco descrito na norma SS923519 (NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p308).

Sendo assim, a consistência para material de regularização deve estar com um intervalo de espalhamento de 130mm a 140mm, para o caso de argamassa destinada ao acabamento, o espalhamento deve ficar entre 160mm a 165mm.(NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p309).

2.1.1.4. Resistência Mecânica do CPA

A resistência mínima a compressão é de 25 MPa, podendo chegar a 35MPa aos 28 dias, e mínima de 8 MPa podendo chegar a 11 MPa a tração na flexão

dependendo da espessura do piso.(NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p308).

A resistência à compressão e à tração estática simples é medida em prismas de 40x40x160mm³ ensaiados de maneira semelhante à preconizada pela EN 196. As especificações exigem usualmente um mínimo de 25 a 35 MPa aos 28 dias à compressão de 8 a 11 MPa à tração na flexão, dependendo da função que a camada desempenha no piso. Como uma medição de obra para avaliar a resistência à compressão de pisos já instalados é utilizada a indentação produzida por uma esfera de aço duro, de 20mm de diâmetro, a qual é carregada com uma força de 500 N logo após o piso ter cumprido um período de 24 horas sob água. A indentação é medida 5 minutos após ter sido retirada a força solicitante. O diâmetro médio da indentação fornece uma medida indireta da resistência à compressão do material do piso instalado na obra (NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p308).

2.1.1.5. Resistência ao Arrancamento por Tração do CPA

A resistência ao arrancamento por tração é definida como residencial e industrial, com resistência mínima de 0,5 a 1,0 MPa para áreas residenciais e 2,0 MPa para áreas industriais após a cura de 28 dias.(NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p310).

As especificações definem uma resistência mínima de 1,0 MPa (apenas cura de 28 dias) ou de 0,5 MPa (cura de 28 dias seguida de 10.000 passagens de rodízio de 25 N para pisos de áreas residenciais). Para pisos de locais públicos e indústrias leves, é exigida uma resistência ao arrancamento por tração mínima de 2,0 MPa (após 28 dias de cura ao ar) e de 1,0 MPa para os corpos-de-prova submetidos a 28 dias de cura e mais 10.000 aplicações de carga com rodízios. Em pisos industriais submetidos à ação de rodas maciças de carregadeiras, a resistência ao arrancamento deve ser superior a 3,0 MPa após tratamento de 2.000 N (NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p310).

2.1.1.6. Resistência à Abrasão

O desgaste máximo permitido para argamassas à base de areia quartzosa ou basáltica é de 6,0cm³/50cm².(NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p310).

Argamassas à base de areia quartzosa ou basáltica tem especificado um desgaste máximo de 6,0cm³ /50cm² ou 1,2mm de espessura. De um modo geral, não se conhecem argamassas autonivelantes com agregado à base de granelha metálica, coríndon eletrofundido ou carbureto de silício. O ensaio de desgaste abrasivo pode ser realizado com o corpo- de-prova seco ou saturado com água (NAKAKURA; E.H.; BUCHER; H.R.E., 2006, p310).

2.1.2 Processo construtivo

Para a execução do processo construtivo CPA, inicialmente é definido o abastecimento, o processo atualmente pode ser abastecido de duas formas, com a argamassa autonivelante ensacada para CPA, que é misturada no momento da

aplicação, e a argamassa produzida na central de concreto, que é transportada até a obra em caminhões betoneiras. As vantagens e as desvantagens como também as características de transportes das mesmas foram listadas na Tabela 1 .

Tabela 1: Características logísticas das argamassas autoadensáveis.

Argamassa de contrapiso ensacada	Não depende de entrega programada.	Necessita de argamassadeira acoplada à bomba.	Necessita de mais mão de obra para transporte e mistura da argamassa.	Não depende diretamente do mercado das concreteiras.	Deve-se atentar para a correta dosagem da água de emassamento	A argamassa vai sendo produzida na medida em que será utilizada.	O uso não depende de infraestrutura de usina próxima à obra.
Argamassa de contrapiso dosada em central	A entrega precisa ser programados com antecedência.	A argamassa é lançada direto na bomba.	A mão de obra fica responsável apenas pelo bombeamento e espalhamento da argamassa.	Mais susceptível a variações de demanda da central em outras áreas do mercado.	Melhor controle da dosagem.	A demora na entrega pode acarretar em perda do material.	O uso está condicionado à presença de usina próxima à obra.

Fonte: Souza; Natália, 2013, p.31

2.1.2.1. Limpeza

Para se executar o contrapiso autonivelante CPA é necessário que a área esteja totalmente limpa, sem nenhuma sobra de material ou ponta de aço, para que se consiga a aplicação de forma correta e eficaz.

Figura 2: Limpeza da base.



Fonte: Comunidade da construção, sistemas construtivos.

2.1.2.2. Transferência de nível

Importante manter o ponto de origem, por existir sempre diferentes cômodos, com níveis diferentes, a transferência de nível pode ser feita com mangueira de nível ou nível a laser, se torna essencia para o processo construtivo contrapiso autonivelante, então é normal ser feito em salas e apartamentos diferentes, por isso a transferência de nível é muito importante.

Figura 3: Transferência de nível.



Fonte: Comunidade da construção, sistemas construtivos.

2.1.2.3. Assentamento das niveletas

O terceiro passo se dá através da instalação de niveletas, comumente conhecidas como aranha, feitas em aço, niveladas a laser em substituição às mestras tradicionais, conforme a figura 4

Figura 4: Instalação das mestras.

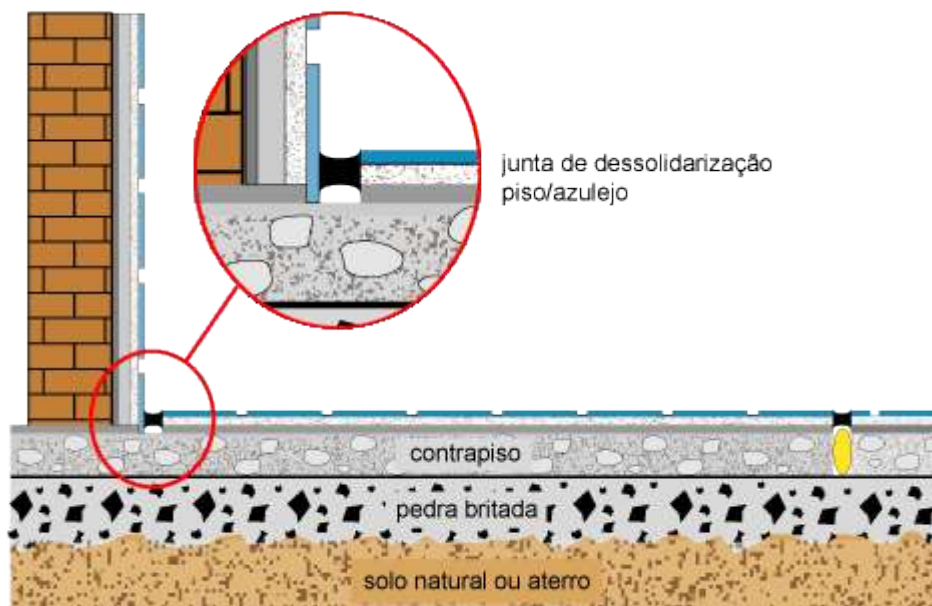


Fonte: Comunidade da construção, sistemas construtivos.

2.1.2.4. Colocação de juntas de dessolidarização

As juntas são colocadas nas bordas em geral de toda área que recebe o contrapiso, ajuda a combater fissuras por aceitar deformação do material, neste caso pode ser utilizado o isopor. (SOUZA; NATÁLIA, 2013, p.34).

Figura 5: Colocação das placas de isopor.



Fonte: Revista - Técnica e Arte, n. 1, ano 1.

Fonte: IAU USP

2.1.2.5. Lançamento da argamassa

No caso de locais onde existe a necessidade de isolamentos ou aquecedores térmicos, antes da execução do contrapiso autonivelante, deve ser colocada uma lona plástica sobre a qual a argamassa autonivelante será lançada.

Para o lançamento da argamassa sobre a base, é necessário o bombeamento a partir do térreo direto da betoneira para a bomba. Na área a ser executada tem que ser feito o serviço de adensamento com um vibrador manual, apropriado após o término do espalhamento.

Figura 6: Lançamento da argamassa.



Fonte: Dados da obra

O desenvolvimento do sistema bombeável para o contrapiso surgiu da dificuldade do transporte vertical, que geralmente é feito por elevador de cremalheira.

A maior dificuldade de uma obra nessa etapa é subir todos os materiais pelo equipamento de transporte vertical e o contrapiso autonivelante traz vantagens nesse aspecto também. 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; Telma, 2010)

2.1.2.6. Acabamento do CPA

Após ter atingido a espessura determinada, deve ser utilizada uma régua com formato em “T” de alumínio, realizando movimentos leves somente sobre a superfície para dar acabamento mais uniforme. A espessura mínima recomendada pela ABNT é de 2,5 cm.

Figura 7: Lançamento da argamassa.



Fonte: Dados da obra.

Contudo, deve-se alertar que, através do uso de materiais autonivelantes, não é possível fazer os caimentos e desníveis necessários em banheiros e cozinhas, por exemplo.

2.1.2.7. Cura da argamassa

Aproximadamente após doze horas do término da aplicação, deve ser iniciado o procedimento para cura da argamassa, mantendo o local úmido por, no mínimo, 72 horas após endurecimento. O contrapiso poderá ser liberado para receber trânsito de pessoas após 48 horas de execução.

Figura 8: Contrapiso finalizado em processo de cura.



Fonte: Dados da obra.

A cura neste processo é de extrema importância, logo que auxilia o impedimento do fenômeno da fissuração oriunda da retração, responsável pelo aparecimento de fissuras e trincas. Baseado na NBR 6118(2014), recomenda-se proteger nos primeiros 7 dias, contados a partir do lançamento, molhando continuamente a superfície do concreto (irrigação), ou mantendo uma lâmina d'água sobre a peça concretada (submersão), ou ainda recobrando com plásticos e similares (RIBEIRO *et al.*, 2006).

Caso o procedimento de cura não seja realizado corretamente, não atingirá a resistência e a durabilidade almejadas. É um processo mediante o qual se mantêm um teor de umidade satisfatório, evitando a evaporação de água da mistura, garantindo uma temperatura favorável durante a etapa de hidratação dos materiais aglomerantes, em que se possam desenvolver as propriedades desejadas (COSTA, 2009).

2.1.3 Materiais e Métodos

Na busca por soluções tecnológicas que resolvam os obstáculos encontrados diariamente dentro dos canteiros de obra, inúmeros produtos e técnicas foram desenvolvidos no intuito de incluir aos serviços executados agilidade, aliada a economia e sustentabilidade. Dentre o surgimento de alguns métodos e técnicas construtivos, o sistema que adota a utilização do contrapiso autonivelante (CPA) na etapa de execução do sistema de piso da edificação vem ganhando espaço e maior notoriedade no meio. A técnica que lança o contrapiso composto com a argamassa autoadensável levando em consideração a produtividade, ainda assim prezando pela qualidade do produto entregue apareceu tornando-se uma alternativa viável para reduzir mão de obra, assim como os prazos, enxugar o cronograma e se evitar o desperdício da matéria prima nos canteiros das obras (EGLE; Telma, 2010).

Após o desenvolvimento da inovação tecnológica proposta pela argamassa autonivelante, começaram a ser desenvolvidos, paralelamente aos estudos de laboratório, estudos econômicos e de mercado, que consistiam em algumas visitas em obras para eleger os métodos mais utilizados nas obras, chamados de Métodos Tradicionais (MARTINS, 2009).

Em relação ao caráter técnico, Nakakura (1997) e Tutikian *et al.* (2008, apud Martins, 2009), relacionam as principais vantagens da argamassa autonivelante:

- A espessura do piso/contrapiso pode ser reduzida para até 5,0 mm, o que significa uma ótima redução no peso próprio e no consumo de cimento;
- A tendência à fissuração também é reduzida praticamente a zero, com o acréscimo de aditivos químicos retentores de água;
- As ondulações ficam restringidas apenas às que podem ocorrer na superfície de um líquido viscoso devido à ação da gravidade sobre um líquido, logo, a redução significativa de patologias ficam plenamente garantidas;
- Na questão de produtividade, a argamassa autonivelante tem vantagens sobre a argamassa convencional, já que o material é considerado fluido e sua aplicação consiste em esguichar esse material sobre o substrato ou a lona plástica, sem a necessidade de desempenar, garantindo ainda a total horizontalidade do contrapiso;
- O tempo para a execução do piso/contrapiso tem uma redução significativa;
- A cura da argamassa autonivelante é extremamente rápida, causada pela combinação de aditivos e adições, sendo que depois de decorridas 2 a 3 horas da sua aplicação já é possível pisar em sua superfície;
- A textura é extremamente fina, já que a argamassa autonivelante contém

uma grande quantidade de agregados com dimensões máxima característica inferior a 0,60mm, inserida numa matriz rica em cimento, dispensando alguns tipos de selantes adicionais (MARTINS, 2009)

Sob o ponto de vista econômico, Ortega (2003, apud Martins, 2009) comprovou uma vantagem na escolha da argamassa autonivelante sobre as argamassas tradicionais com relação a custos, apresentando que o estudo com a argamassa autonivelante é viável.

Tabela 2: Comparativo de custos de argamassa.

Descrição	Custo (R\$/m ²)	
	Média dos três métodos	Autonivelante
Mão de obra	16,13	3,00
Argamassa	6,12	16,57
Argamassa cola	0,39	1,16
Cama de areia	0,74	0,48
Junta Perimetral	0,39	1,46
Gabaritos	1,78	0,53
Custos indiretos	2,85	1,87
TOTAL	28,39	25,07

Fonte: Ortega (2003, apud Martins, 2009)

Os três métodos tradicionais considerados na Tabela 2 foram compostos da seguinte forma:

- Cama de areia + argamassa
- Cama de areia + argamassa + argamassa cola
- Argamassa + isolamento térmico

Para o cálculo do método autonivelante quantificado foi o seguinte:

- Lona + argamassa + argamassa cola

Analisando o aspecto voltado a sustentabilidade ambiental e social, a fabricação do cimento é responsável pela maior parte da produção de dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂) lançado na atmosfera. A relação estabelecida ao processo de fabricação do cimento corresponde que a cada tonelada de clínquer produzido, é emitida aproximadamente uma tonelada de gás carbônico.

Um dos benefícios com a escolha da argamassa autonivelante é a possibilidade de redução da espessura do contrapiso, que conseqüentemente reduz a quantidade de pasta do sistema, proporcionando economia de cimento, que passará de 8,0 mm a 15 mm aproximadamente (Classe de Trânsito Leve), para 5,0 mm a 10 mm (MARTINS, 2009).

Outra vantagem agregada com o uso dessa tecnologia é a ergonomia do trabalho. O método tradicional de execução de contrapisos com argamassa seca é um tipo de serviço bastante degradante para o trabalhador devido à posição de trabalho – abaixado e com a coluna muito curvada.

2.2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado um estudo a cerca da aplicação de dois metodos construtivos de contrapiso, o tradicional e o autonivelante.

Este artigo consiste em um estudo feito com a visão de dentro da construtora, com o acompanhamento de um profissional habilitado responsável por toda operação, desde a compra do material, ate a execução da obra.

A obra em pesquisa esta localizada no centro da cidade de MANHUAÇU (MG) EDIFICIO SOLARIS, um obra com 22 pavimentos.

Figura 9 – Imagem da obra.



Fonte: Dados da pesquisa

O intuito da pesquisa é conseguir analisar o melhor custo beneficio, analisando diretamente o custo dos materias e o tempo de execução, conseguindo analisar dois pavimentos com a mesma medida, podendo demonstrar melhor o resultado.

Os pavimentos em análise são : 5º e 6 º pavimento, e todas as informações foram fornecidas pela construtora.

5 º Pavimento

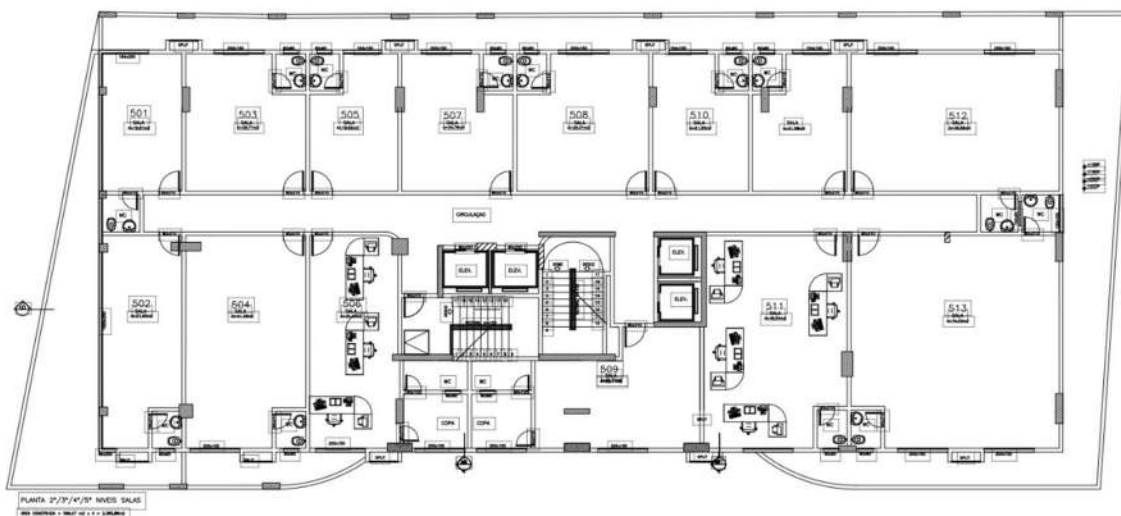
- Contrapiso executado pelo método autonivelante;
- Serviço executado por equipe terceirizada;
- 596,47 m² de piso.

6º Pavimento

- Contrapiso executado pelo método convencional;
- Serviço executado por equipe do próprio efetivo;
- 596,47 m² de piso.

A Figura 10 representa o pavimento tipo no qual foi aplicado os dois processos construtivos, Contrapiso Autonivelante e o contapiso Convencional.

Figura 10: Planta baixa do pavimento tipo.



Fonte: Dados da pesquisa.

As informações e os dados foram fornecidas pela construtora. Os resultados apresentados nesse trabalho se referem ao serviço de execução de contrapiso, analisando de modo comparativo sob alguns fatores, sendo adotado o sistema tradicional no 6º pavimento, enquanto no 5º, o método utilizado foi o do contrapiso autonivelante.

Os resultados de cada serviço presente foram fornecidos pela construtora, os custos foram analisados em m^2 , por cada pavimento analisado.

Para comparação dos dois sistemas abordados neste trabalho, as equações foram aplicadas em ambos os métodos, quantificando os custos.

Os valores foram fornecidos pela construtora, valor dado em R\$, e aplicado em R\$/ m^2 .

A produtividade e a análise de tempo dos serviços foram adotadas por uma média aritmética feita durante o período de execução dos serviços. Onde a produtividade é dada em (m^2 /dia).

Assim com o valor médio da produtividade de cada serviço pôde-se achar a quantidade de dias para a execução dos mesmos, de acordo com a quantidade de equipes e a produtividade média por dia.

2.2.1 CUSTO DOS MATERIAIS

Embasado no orçamento da construtora foi realizado um estudo comparativo dos custos com a argamassa autoadensável, assim como os componentes da argamassa “farofa”, sendo estes os principais itens utilizados na composição de materiais nessa etapa da obra.

No 5º Pavimento, a argamassa utilizada para o contrapiso autonivelante foi adquirida por uma usina de concreto ao valor de R\$ 320,00/ m^3 . Nesse método construtivo a espessura média apresentada foi de 5cm, considerando a transformação do m^3 para o m^2 , 1 m^3 de argamassa produz 20 m^2 de contrapiso e com isso, o m^2 da argamassa autonivelante foi de R\$16,00/ m^2 .

No 6º pavimento, a argamassa seca foi produzida no próprio canteiro, resultando no valor de R\$ 270,00/ m^3 , tendo já incluso material (agregados e cimento), mão de obra da “farofa” e abastecimento ao pavimento a ser executado o contrapiso. Para o cálculo do custo do material é necessário transformar o metro cúbico, em metro quadrado. A espessura média do contrapiso medida pelos pesquisadores foi de 5cm, logo 1 m^3 de argamassa produz 20 m^2 de contrapiso, com isso, o custo do m^2 de

argamassa seca foi de R\$ 13,50/m².

Tabela 3 – Valores em m².

Método	(CPA) Autonivelante	(CPC) Convencional
Valor	R\$ 16,00	R\$13,50

Fonte: Dados da pesquisa.

2.2.2 PRODUTIVIDADE E TEMPO DE EXECUÇÃO

Para obter um parâmetro de comparação entre o método construtivo autonivelante e o tradicional na execução do contrapiso, foi estabelecida uma composição para os sistemas apresentados. A partir desta composição, foi observada a produtividade de cada equipe e comparado os prazos de execução destes em cada pavimento, sendo direcionada a mão de obra necessária de acordo com a tabela 4.

Tabela 4 – Composição dos sistemas.

COMPOSIÇÃO	Equipe	Produtividade Média
AUTONIVELANTE	01 Equipes 1 Pedreiro	600 m ² /dia (1 pedreiro)
TRADICIONAL	02 Equipes 2 Ped. + 1 Serv. (cada)	60 m ² /dia (cada equipe)

Fonte: Dados da pesquisa.

A produtividade foi verificada através do acompanhamento diário na obra, em cada pavimento.

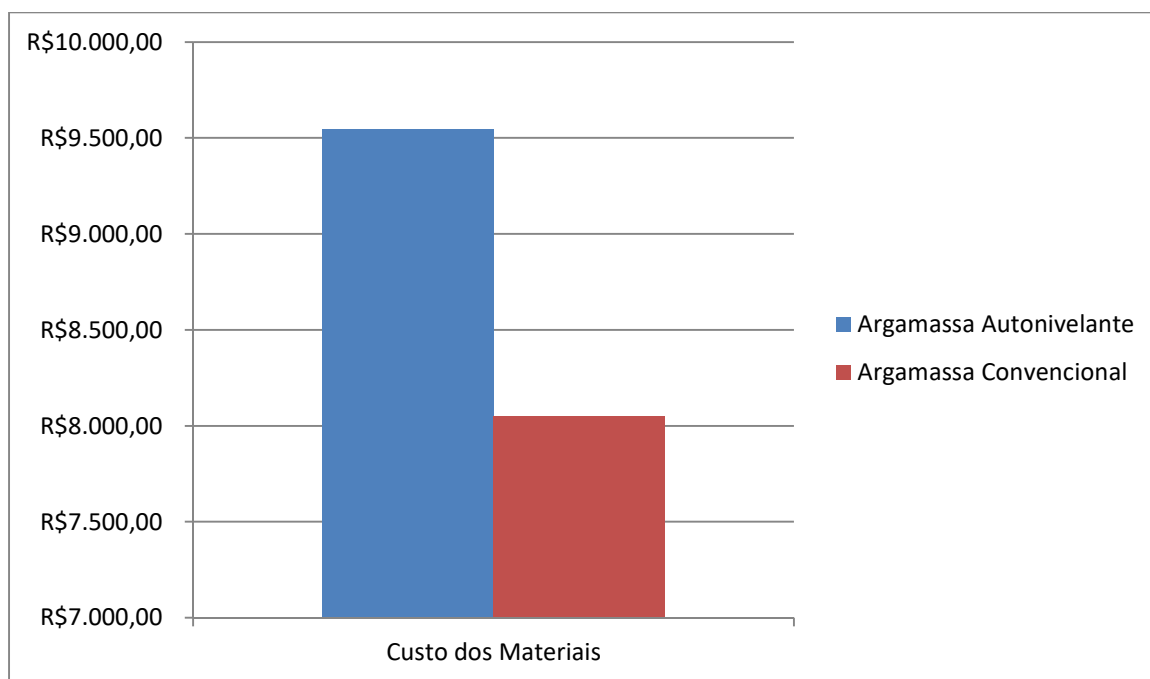
2.2.3 Analise dos dados

A Análise dos dados é realizada desde a solicitação dos materiais até a aplicação dos mesmo, desde o início do processo construtivo. Todo resultado foi fornecido pela construtora, que apresentou os dois processos construtivos em dois andares diferentes com a mesma área, facilitando a análise de tempo e custo, evidenciando mais os resultados. A análise foi feita nos 5º e no 6º pavimento do empreendimento Pátio solares no centro da cidade de Mamhuaçu-MG

2.2.3.1 Comparativo dos Custos dos Materiais

O valor total dos materiais dois processos construtivos para o pavimento tipo foram: R\$8.052,35 para a argamassa convencional e R\$9.543,52 para a argamassa Autonivelante como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1: Comparativo de custos dos materiais.

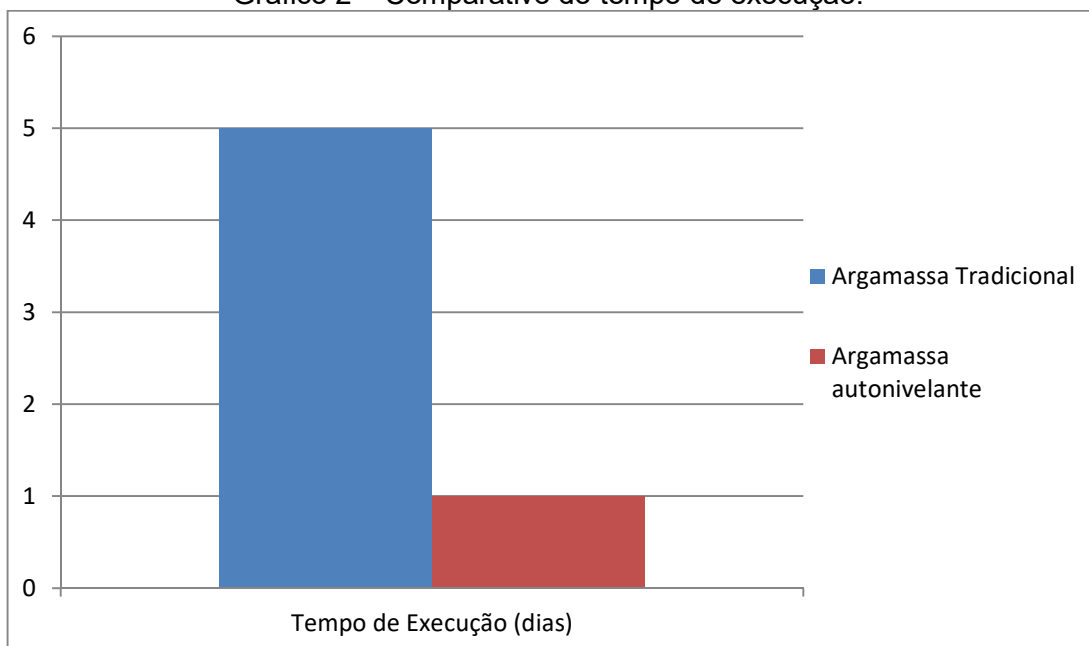


Fonte: Dados da pesquisa.

2.2.3.2 Comparativo do Tempo de execução

Os dados contidos no Gráfico 2, mostram a quantidade de dias necessários para executar o contrapiso na área equivalente ($596,47\text{m}^2$) do 6º pavimento. Com isso, para conclusão do serviço no 5º pavimento ($596,47\text{m}^2$), partindo das mesmas informações contidas na composição acima, foi preciso 1 dia, enquanto no 6º pavimento ($596,47\text{m}^2$), 5 dias, que evidencia a imensa diferença de tempo de execução entre os dois sistemas.

Gráfico 2 – Comparativo do tempo de execução.



Fonte: Dados da pesquisa.

3. CONCLUSÃO

O sistema construtivo autonivelante é uma inovação com grandes vantagens para construção civil. Por mais que o custo do material seja mais elevado, o tempo de execução faz valer a pena o investimento, por que foi claro que além do tempo de execução ser muito menor a diferença de valor dos materiais não é muito grande, e facilmente o custo pode ser corrigido.

3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos maiores impactos observados na substituição do contrapiso autonivelante (CPA) pelo método convencional com certeza e a redução na espessura do contrapiso. Essa redução além de reduzir o peso da estrutura pode com certeza corrigir o custo do material.

Recomenda-se um estudo para um contrapiso autonivelante com espessura de 3 cm, sendo que a ABNT permite uma espessura mínima de 2,5 cm.

4. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281 – Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimentos de paredes e tetos – Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 11p.

_____. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. 221p.

CALÇADA, P. A. B., **Estudos dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de qualidade e produtividade**, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011841.pdf>> Acesso : Maio 2020

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, **Sistemas construtivos, Contrapisos**– Disponível em:<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/4/contrapisos/execucao/74/contrapisos.html>>. Acesso julho de 2020

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

EGLE, Telma. Técnica ed.164 [Online] // PINI. - Novembro de 2010. – Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenhariacivil/164/contrapiso-autonivelante-com-prazo-de-execucao-reduzido-e-custos191782-1.asp>>. Acesso julho de 2020

GUIA DA ENGENHARIA, **Tipos, Argamassas, construção** – Disponível em:<<https://www.guiadaengenharia.com/tipos-argamassas-construcao/>> . Acesso em Julho de 2020

IAU USP, **Pesquisas, Grupos, arqtema, guia ceramica, completo** – Disponível em:<https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/02/content/020603_juntas_dessolidarizacao.htm> . Acesso em Julho de 2020

LEOPOLDO, João Victor Charles. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**. 2015. 90f. Trabalho de conclusão de curso (Dissertação) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

MARTINS, Eliziane Jubanski. **Procedimento para dosagem de pastas para argamassa auto-nivelante**. 2009. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil (Dissertação de Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 2009.

NAKAKURA, E. H.; BUCHER, H. R. E. **Pisos Autonivelantes**. Propriedade e instalação. III Simpósio de Tecnologia das Argamassas – 17 e 18 de abril de 1997 – Salvador. p 305-311.

RIBEIRO, Carmem Couto; PINTO, Joana Darc Silva; STARLING, Tadeu. **Materiais de Construção Civil** – Minas Gerais: Belo Horizonte, 2006.

SOUZA, Natália Cerqueira de. **Análise de desempenho do contrapiso autonivelante em relação ao sistema tradicional**. 2013. 118f. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil (Dissertação de Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2013.