



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA - UNISUL

JOÃO PAULO WINTER

LUCA AMANN DA MATA

MARCIO ODILON DE SOUZA

**COMPOSTO POLIMÉRICO PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE
VEDAÇÃO**

Itajaí

2022

JOÃO PAULO WINTER
LUCA AMANN DA MATA
MARCIO ODILON DE SOUZA

**COMPOSTO POLIMÉRICO PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE
VEDAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Sociesc de Itajaí – UNISOCIESC, como requisito parcial à obtenção de título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Maicon Anderson de souza

Itajaí

2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pois sem ele nada é possível. Agradeço aos meus pais por terem confiado em mim e não me deixarem desistir no processo, vocês foram meu amparo.

Agradeço a todos meus colegas de classe por todos os dias que passamos juntos trocando conhecimento e nos ajudando, sem vocês eu não teria conseguido.

Agradeço a todos os professores que passaram pela minha trajetória agregando conhecimento, em especial ao orientador do meu TCC, professor Maicon.

João Paulo Winter

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, pelos meus pais e irmãos por me encorajarem nos momentos difíceis, por compreenderem minha ausência enquanto me dedicava a realizar esta monografia.

Agradeço aos professores pelos ensinamentos e ao professor Maicon pelas correções e orientações, que me possibilitou um melhor desempenho na minha formação profissional

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização desta monografia.

Luca Amann da Mata

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por me dar saúde para poder ir em busca dos meus objetivos todos os dias.

Agradeço a minha esposa Sulamita, que foi a maior incentivadora para que eu retornasse aos estudos após 12 anos. Você é o pilar da nossa família e responsável por todas as nossas conquistas, sem você nada disso seria possível. Obrigado por ser suporte em todos os momentos, desculpa pela ausência nesses anos de estudos e obrigado por sempre incentivar e não me deixar desistir.

Quero agradecer a minha filha Ísis por renovar meu ânimo com o seu nascimento e por todo o seu amor.

Agradeço aos meus pais e meu irmão por todo amor que me deram e por se fazerem presentes sempre.

Meu agradecimento para todos os professores do curso, em especial o professor Maicon por todas as orientações em nossa monografia.

Agradeço a todos os colegas de curso que conheci durante esses cinco anos, conquistei grandes amizades que levarei por toda a minha vida.

Marcio Odilon de Souza

RESUMO

A construção civil está sempre em busca de novos métodos e materiais que prioriza a sustentabilidade do meio ambiente e o aumento da produtividade in loco. As argamassas possuem um importante papel na execução de obras, sendo essencial para a vedação dos ambientes, porém ainda apresenta bastante problemas na produtividade, pois demanda um alto tempo para preparo e gera muito desperdícios, com base nessas necessidades destacasse a argamassa Dundun, que é uma evolução da argamassa comum, onde em sua constituição o cimento é substituído por outros polímeros tornando-a mais sustentável, já que o cimento é um grande vilão ao meio ambiente. A argamassa *Dundun®*¹ é utilizada para o assentamento de tijolos cerâmicos, blocos celulares e blocos de concreto estrutural através de uma bisnaga que já vem pronta para uso de fábrica, o que acelera muito a produção em obra, pois não há necessidade de um tempo para preparo. Este trabalho tem como objetivo mostrar como a argamassa Dundun tem um efeito positivo em relação às argamassas convencionais, através de testes comparativos entre ambas. Foi realizado um comparativo de custo, onde foi realizado um levantamento do material utilizado, e seu orçamento por pavimento e um comparativo de tempo, onde essas comparações foram feitas através de medições diárias in loco, na qual foi possível perceber a diferença de tempo que um funcionário levava para executar cada metro quadrado de alvenaria com as argamassas em estudo. Ambos os comparativos foram realizados em um canteiro de obras na cidade de Itapema em duas amostras de alvenaria, uma assentada com a argamassa estabilizada (convencional) e outra com a argamassa polimérica Dundun. A experiência mostra que o composto polimérico não é apenas favorável em termos de natureza, resistência e produtividade, mas também em termos de facilidade de uso, logística interna, limpeza do local e custos.

PALAVRAS-CHAVE: Argamassa Polimérica. Alvenaria. Assentamento.

¹ *Dundun®*: Marca que produz e distribui argamassa polimérica para assentamento.

ABSTRACT

Civil construction is always looking for new methods and materials that prioritize environmental sustainability and increased productivity in loco. Mortars play an important role in the execution of works, being essential for waterproofing environments, but they still have many productivity problems, as they require a lot of time to prepare and generate a lot of waste, based on these needs, Dundun mortar must be highlighted, which it is an evolution of the common mortar, where cement is replaced by other polymers in its constitution, making it more sustainable, since cement is a great villain for the environment. Dundun® mortar is used for laying ceramic bricks, cellular blocks and structural concrete blocks through a tube that is ready to be used at the factory, which greatly accelerates production on site, as there is no need for time to preparation. This work aims to show how Dundun mortar has a positive effect in relation to conventional mortars, through comparative tests between both. A cost comparison was carried out, where a survey of the material used was carried out, and its budget per floor and a time comparison, where these comparisons were made through daily measurements in loco, in which it was possible to perceive the difference in time that an employee took to execute each square meter of masonry with the mortars under study. Both comparisons were carried out at a construction site in the city of Itapema on two samples of masonry, one laid with stabilized mortar (conventional) and the other with Dundun polymeric mortar. Experience shows that the polymer composite is not only favorable in terms of nature, strength and productivity, but also in terms of ease of use, internal logistics, site cleanliness and costs.

KEYWORDS: *Polymeric morta. Masonry. Settlement.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo com as principais características da argamassa em estado fresco .	19
Figura 2 - Trabalhabilidade da argamassa.	25
Figura 3 – Comportamento plástico de uma argamassa.....	26
Figura 4 - Fatores que influenciam na adesão das argamassas	28
Figura 5 - Armazenamento adequado para argamassa polimérica.....	31
Figura 6 - Assentamento de alvenaria com ambos os tipos de argamassa.....	36
Figura 7 - Cordões de argamassa polimérica aplicados sobre o bloco.....	37
Figura 8 - Aplicação do composto polimérico (NBR 16590).....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo de requisitos.....	23
Tabela 2 - Fatores influenciadores na consistência da argamassa	24
Tabela 3 - Classificação das argamassas em relação à retenção de água	27
Tabela 4 - Categoria de impacto consideradas e suas descrições.....	33
Tabela 5 - Diferença de impacto ambiental das argamassas	34
Tabela 6 - Comparativo de consumo entre argamassa polimérica x estabilizada.....	39
Tabela 7 - Comparativo de custo entre argamassa polimérica x estabilizada	40
Tabela 8 - Comparativo de custo energético entre argamassa polimérica x estabilizada	41
Tabela 9 - Comparativo de produção entre argamassa polimérica x estabilizada	42

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

PIB – Produto Interno Bruto

FEICON – Feira Internacional da Construção

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

FIBRA – Federação das Indústrias do Distrito Federal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ONG – Organização não governamental

ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas

NBR – Norma Brasileira

LP – Limite Plástico

LL – Limite Líquido

IP – Índice de plasticidade

CO² - Dióxido de carbono

CML – Ensaio de carregamento Lento

SO₂ – Dióxido de enxofre

PO₄ – Fosfato

Sb - Antimônio

CFC-11 - Triclorofluorometano

M³ - Metros cúbicos

DB - Decibéis

SBPE - Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.2.1	Objetivo geral.....	13
1.2.2	Objetivo específicos.....	13
1.3	METODOLOGIA.....	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	16
2.2	SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.3	ARGAMASSA.....	20
2.3.1	HISTÓRICO DA ARGAMASSA.....	21
2.3.2	PROPRIEDADE DAS ARGAMASSAS.....	22
2.3.2.1	CONSISTÊNCIA.....	23
2.3.2.2	TRABALHABILIDADE.....	24
2.3.2.3	PLASTICIDADE.....	25
2.3.2.4	RETENÇÃO DE ÁGUA.....	26
2.3.2.5	ADESÃO INICIAL.....	27
2.3.3	ARGAMASSA POLIMÉRICA.....	28
2.3.4	ARGAMASSA POLIMÉRICA DUNDUN®.....	29
2.3.5	EXIGÊNCIAS PARA UTILIZAÇÃO DA ARGAMASSA POLIMÉRICA ...	29
2.3.6	ARMAZENAMENTO.....	31
2.3.7	SUSTENTABILIDADE.....	32
2.4	REQUISITOS PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA.....	35
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
4	ESTUDO DE CASO.....	39
4.1.1	LOCALIZAÇÃO E RAMO DA CONSTRUTURA.....	43
4.1.2	DESEMPENHO.....	43
4.1.3	COMPARAÇÕES.....	44
4.1.4	RESULTADOS OBTIDOS.....	44
5	CONCLUSÃO.....	45
6	REFERENCIAIS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O campo da construção civil vive em constante crescimento, isso é refletido no PIB da construção ter fechado o ano de 2021 com um crescimento relevante de 9,7%, a maior alta em 11 anos (CBIC,2021)

Os impactos ambientais são relevantes para o desenvolvimento sustentável do país, e em muitos casos aumentando o custo dos insumos. Considerando isso, as empresas voltadas a esse ramo, financiam e incentivam cada vez mais estudos e pesquisas, sempre à procura de unir o desenvolvimento sustentável ao econômico. (MOREIRA, et al, 2017).

Como consequência desse incentivo, novos métodos e produtos estão sendo criados, visando não somente o desenvolvimento econômico e sustentável, mas também visando o aumento da produtividade, controle de qualidade e a diminuição da mão de obra. (LEMOS, 2010)

No contexto dos processos executivos em obras da construção civil, as argamassas são essenciais para o revestimento e assentamento, regularizando e impermeabilizando a alvenaria, tornando-a apta para receber o próximo passo da obra. (FILHO, 2016). Porém, segundo Camargo (1995), 64% dos entulhos que saem dos canteiros de obra são provenientes do uso da argamassa, gerando um índice de resíduos muito elevado. Pensando nisso, surgiu a necessidade de tornar esse material mais viável no quesito sustentabilidade e econômico. (COMNISKY & SOUZA, 2019).

Nesse contexto, destaca-se a Argamassa polimérica, que surgiu no mercado a fim de atender os requisitos suprarreferidos. Ela surge com variações na sua composição, porém, quando criada, seu objetivo além de ser viavelmente sustentável e econômico, também se tinha o objetivo de ser positivamente favorável na resistência e na durabilidade, quando comparada ao modo convencional. (CARVALHO, DUTRA, 2020).

A argamassa polimérica foi difundida pelo grupo FCC, na década de 1980 (CBIC, 2011), porém, somente no ano de 2011 depois da Feira Internacional da Construção (FEICON), ela ganhou visibilidade e despertou interesse, ao ser apresentada no processo de assentamento de blocos cerâmicos, para qual fim é utilizada até os dias de hoje. (COMNISKY & SOUZA, 2019).

1.1 JUSTIFICATIVA

Justifica-se o presente trabalho com intuito do aumento da produtividade no assentamento de alvenarias, sem que perca a qualidade na execução de obras, a argamassa polimérica é criada para defender esses princípios e facilitar a vida dos presentes envolvidos em obra.

Existem poucas pesquisas sobre o assunto por se tratar de um material novo e possuir uma certa resistência cultural ao seu uso, mas, segundo fabricantes, são inúmeras as vantagens da sua aplicação, o que é comprovado por testes laboratoriais e estudos.

O presente trabalho permitirá um melhor conhecimento do produto, suas aplicações e as vantagens de sua utilização, visto que o material é relativamente novo e ainda carece de mais conhecimento para que possa ter uma aceitabilidade maior no meio da construção civil.

A argamassa polimérica tem um consumo reduzido de água, e por sua formulação química não conter cimento, que é um dos principais elementos da argamassa tradicional, acaba reduzindo consideravelmente a emissão de gás carbônico na atmosfera, reduzindo significativamente o aumento do aquecimento global e a depleção da camada de ozônio, sendo benéfica para o meio ambiente.

1.2 OBJETIVOS

A seguir será apresentado o objetivo geral e específico do presente trabalho, objetivos esses que nortearão o mesmo

1.2.1 Objetivo geral

Comparar sistemas de assentamento de alvenaria em argamassas.

1.2.2 Objetivo específicos

- Expor comparações de tempo e custos indiretos e diretos de uma obra com a argamassa polimérica e convencional.
- Avaliar fatores vantajosos e desfavoráveis do uso da argamassa polimérica ao lugar da convencional.
- Apresentar as características e propriedades da argamassa polimérica, e comprovar sua resistência mecânica sob testes.

1.3 METODOLOGIA

Este trabalho utiliza como base principal o estudo de caso, juntamente com pesquisas bibliográficas, artigos científicos e trabalhos acadêmicos.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica através dos materiais consultados disponíveis sobre o tema na internet, teses, trabalhos científicos, artigos, entre outros conteúdos encontrados em sites de fontes confiáveis.

O embasamento teórico tem como finalidade analisar a possibilidade de aplicar a argamassa polimérica em alvenarias com responsabilidade, expondo resultados laboratoriais como prova de que ela tem propriedades mecânicas possíveis para o assentamento de alvenaria, assim como demonstradas as normas técnicas brasileiras (NBR), que validam o seu uso.

O estudo de caso tem por finalidade comparar a argamassa polimérica e a argamassa convencional em uso na obra estudada. Os fatores analisados foram produtividade, custo, consumo, custo energético e limpeza.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho é dividida em 4 capítulos. Capítulo 1, contendo a Introdução que apresenta o tema de estudo demonstrando os objetivos a serem alcançados através da pesquisa, justificativa parte em que se fundamenta as motivações para realizar a pesquisa, metodologia comenta sobre os métodos utilizada para realizar a mamografia.

O capítulo 2, Fundamentação Teórica, trata da parte teórica da monografia que foi levantada através das pesquisas bibliográficas, neste capítulo serão apresentadas todas as referências nas quais se baseia a pesquisa.

O capítulo 3, Materiais e métodos, planejamento detalhado constituídos pela parte prática da monografia, no estudo de caso foi feito o comparativo entre a argamassa tradicional e a argamassa polimérica Dundun.

O capítulo 4, formado pela conclusão e referências do trabalho, apresenta os experimentos realizados com as argamassas e os resultados obtidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A argamassa polimérica é uma evolução da argamassa comum criada na década de 1980 pelo grupo FCC (CBIC, 2011), a fim de reduzir a geração de resíduos, gerar maior rendimento e produtividade. A argamassa polimérica difere da argamassa convencional em sua composição, tendo como principal destaque, não possuir cimento, e sim polímeros derivados sinteticamente. (CARVALHO DUTRA, 2019)

O composto polimérico para assentamento de alvenaria já é normalizado, e em 2017 houve o lançamento da NBR 16590 partes 1 e 2. Na parte 1 são apresentados os requisitos para que os fabricantes cumpram com a qualidade exigida na produção do composto, já na parte 2 são apresentados os métodos de ensaios exigidos para que o composto seja normatizado. (NBR16590:2017)

Se tratando de desempenho, a NBR 15575:2013, determina parâmetros que o sistema de vedação deve atender para vedações verticais, são 4: Mecânica, estanqueidade, resistência ao fogo e acústica. O instituto ITT Performance, da universidade do vale do rio dos sinos (unisinós), um laboratório renomado no país, realizou os testes para a argamassa polimérica estudada no presente trabalho (Dundun), e obteve resultados positivo, comprovando cientificamente que a alvenaria executada com a argamassa polimérica em estudo, não sofre perda em nenhum dos 4 critérios exigidos pela norma.

Vale ressaltar que a NBR 16590, é aplicada somente a alvenaria de vedação sem função estrutural, e a NBR 16868-1:2020, norma de alvenaria estrutural, não prevê a argamassa polimérica em seus métodos de ensaios, ou seja, mesmo que a argamassa polimérica seja resistente a vedação estrutural, não há ensaios laboratoriais que comprovem isso, portanto, a argamassa polimérica é utilizada somente a fim do assentamento de alvenaria de vedação. (LOPES, 2017)

2.1 A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Engenharia civil, setor da construção civil ou indústria da construção civil são termos que abrangem um amplo leque de atividades, muitas das quais são desconsideradas ao se utilizar esses termos, portanto, é necessária uma definição, uma abordagem que melhor caracterize essa questão. para demonstrar a importância deste setor.

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, a construção civil é composta por três segmentos (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2011)., são eles:

1. A incorporação de empreendimentos imobiliários que promovem a realização de projetos de engenharia civil, disponibilizando recursos financeiros, técnicos e materiais para sua execução e posterior venda e construção de edifícios;
2. O segmento de obras de infraestrutura que compreende, entre outras coisas, a construção de rodovias, vias urbanas, pontes, túneis, ferrovias, metrô, pistas de aeroportos, portos e redes de abastecimento de água, sistemas de irrigação, sistemas de esgoto, instalações industriais, redes de transporte dutoviário (gás oleodutos, minerodutos, oleodutos)
3. Linhas elétricas, instalações esportivas, ou seja, obras rodoviárias, ferroviárias, urbanas e obras de arte especiais e por fim, o segmento de serviços especializados em construção como demolições e preparação de terrenos, instalações elétricas e hidráulicas e obras de acabamento

A construção civil é de suma importância para o desenvolvimento da economia brasileira em relação ao PIB e à geração de empregos. O investimento em construções gerais promove o crescimento econômico nacional, cria oportunidades de emprego, aumenta o retorno sobre insumos privados (capital e trabalho) e incentiva o investimento (DEGANI, 2022).

A indústria da construção é responsável pelo impacto econômico de setores como o ferroviário, rodoviário, portuário, energético, de comunicações, entre outros setores que requerem serviços primários, secundários e terciários para o seu bom funcionamento, criando milhares de postos de trabalho e impulsionando o desenvolvimento da economia. Além de promoverem o desenvolvimento econômico

através de várias oportunidades de emprego, estas infraestruturas também têm impacto no aumento da produtividade de todo o País. Por exemplo, com uma melhor infraestrutura de transportes é possível reduzir tempos e custos de deslocação de transporte. (VERAS, HENRIQUE, 2018).

O impacto do setor da construção civil na economia representou cerca 6,2% no ano de 2017 isso equivale a cerca de R\$ 322 bilhões, colocando a construção civil entre as 6 principais forças econômicas do país, esse número ainda pode chegar a cerca de 10%, quando se considera os efeitos totais causados pela construção civil, diretos e indiretos, o mesmo não ocorre com outros vários setores importantes da economia brasileira. (FIBRA, 2017)

De acordo com dados do IBGE (2019) divulgados pelo Estadão, no ano de 2019 a construção civil gerava cerca 7,3% de todos os empregos no Brasil, esse número sofreu uma baixa durante o ano de 2020 devido a pandemia COVID-19, deixando mais de 12 milhões de pessoas desempregadas, porém, segundo a CBIC, no começo do ano de 2022 a construção registrou um aumento de 150% na geração de empregos no ano de 2022, o que estimando um crescimento de 2% nas atividades do setor em relação a 2021. (CBIC,2022).

2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A discussão sobre desenvolvimento sustentável continua avançando, envolvendo cada vez mais profissionais de diversas áreas, que às vezes se unem para trabalhar juntos na busca de uma solução para esse desafio proposto. (LARUCCIA, 2014). Algumas questões sobre o assunto, elaboradas por profissionais do setor da construção e órgãos envolvidos com o tema, serão elaboradas no decorrer desta monografia.

Na década de 60, a ONG Clube de Roma debateu questões ambientais e, entretanto, alguns minutos em várias partes do planeta esboçaram os primeiros comentários sobre questões envolvendo o tema. Em seu primeiro relatório, o Clube de Roma Limits to Growth (1972), impactou a comunidade científica ao apresentar cenários bastante catastróficos sobre o futuro do planeta se o padrão de desenvolvimento se mantiver nos moldes vigentes na época. (PORTO, CARRILHO, 2009).

A gestão ambiental, até a década de 80 era tida apenas como um custo adicional as empresas, pois tinha como único intuito descartar corretamente os resíduos, de acordo com o exigido pela lei. (SINDUSCON-MG, 2008). Durante muito tempo, a poluição progredia no Brasil e no mundo, essa percepção só foi interrompida até que os problemas ambientais como: contaminação do ar, do solo e da água se intensificaram, agredindo o ser humano. (BRAGA, et al., 2005). Algumas empresas demonstraram que é possível cuidar do meio ambiente, desde que esse cuidado possua infraestrutura e criatividade para tornar as ameaças ambientais em oportunidades de negócios. (SINDUSCON-MG, 2008).

Investidores, consumidores e o governo estimulam e pressionam o setor da construção civil a incorporar em suas atividades, modelos cada vez mais sustentáveis, o que torna a prática da sustentabilidade crescente no mercado de trabalho, abandonando empresas que não adotam esses métodos. Entretanto, o setor precisa de um engajamento cada vez maior na área, buscando a melhora e o cuidado ao meio ambiente a cada obra, desde que sejam viáveis ao empreendimento. (CORRÊA, 2009).

A construção sustentável é definida como “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002, p.8).

Segundo Marta Romero (2011), a sustentabilidade emerge da integração de quatro elementos:

Figura 1 - Ciclo com as principais características da argamassa em estado fresco



Fonte: Adaptado de (ROMERO, 2011)

- Desenvolvimento econômico, que inclui habitação acessível, segurança pública, proteção do meio ambiente e mobilidade;
- Inclusão social, reconciliando interesses para identificar e alcançar valores e objetivos comuns;
- Previsão de objetivos em longo prazo (preservação para as gerações futuras);
- Qualidade pela preservação da diversidade e não a quantidade.

Esses conceitos se completam e permitem uma percepção do que é a sustentabilidade quando relacionada a construção civil.

A sociedade vive uma constante busca pelo equilíbrio sócio ambiental, almejando a garantia que as gerações futuras tenham subsídios para atender as suas próprias necessidades, desfrutando do meio ambiente natural, não só habitando em residências construídas e mantidas de formas sustentáveis, mas também produzindo alimentos e bens de consumo, para que nunca falte recursos para as gerações descendentes. (CORRÊA, 2009).

2.3 ARGAMASSA

A argamassa é uma mistura de cimento, areia, cal e água. Em casos são adicionados aditivos como argila, cal, brita, caulim, etc. Assim como o concreto, a argamassa começa fluida e, com o tempo endurece, ela em seu estado sólido oferece alta resistência e durabilidade (NBR13529:2013).

Quando devidamente preparada, a argamassa é um material maleável e com boa propriedade de assentamento, é como uma cola entre alguns materiais, por exemplo, blocos e tijolos cerâmicos e ladrilhos cerâmicas, podendo variar de acordo com a qualidade dos componentes na preparação e como sua massa é feita (TAGLIANI, 2017).

A preparação da mistura pode ser feita de forma manual ou com auxílio de uma betoneira, dependendo do porte da obra, se não for argamassa estabilizada, o ideal é preparar apenas uma mistura suficiente para uma hora de utilização, pois com o tempo ela secará e perderá sua plasticidade. (LEMOS, 2010)

No que se refere à padronização e normatizações, as argamassas são tratadas por diversas NBRs (Normas Técnicas Brasileiras) e um dos focos destas normas são verificar os requisitos de desempenho das argamassas, podem ser citados de acordo com as seguintes normas ABNT:

- ABNT NBR 13529:2013 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Terminologia (ABNT, 2013).
- ABNT NBR 13281:2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos que especifica os requisitos para a argamassa usada para colocar e revestir paredes e tetos (ABNT, 2005);
- ABNT NBR 16590:2017 – Composto polimérico para assentamento em alvenaria de vedação que especifica métodos de ensaio para caracterização da composição dos compostos poliméricos não cimentícios para o assentamento de blocos e tijolos na composição de sistemas verticais de vedação interna e externa (ABNT, 2017).

2.3.1 HISTÓRICO DA ARGAMASSA

Não há evidências das primeiras aparições de argamassa, mas acreditasse que aconteceu na antiga Pérsia, onde a alvenaria era feita de tijolos secos ao sol e assentados com argamassa de cal. Mas o desenvolvimento no sistema construtivo surgiu em Roma, no período do império romano, onde sua constituição era o material aglomerado pozolana e um material inerte, originando as primeiras argamassas. Estimasse que isso aconteceu há mais de 2.000 anos. Desde então, os mesmos princípios foram mantidos, o material foi modernizado com aditivos que atribuem propriedades e aplicações específicas. (MOREIRA, 2017)

Desde tempos muito remotos, civilizações antigas, como os egípcios, gregos e romanos, usaram materiais de colagem nas argamassas de seus edifícios, projetados para aumentar a resistência. Os ligantes iniciais utilizados foram argila, gesso e posteriormente cal calcinada. (MARQUES, 2005; KANAN, 2008)

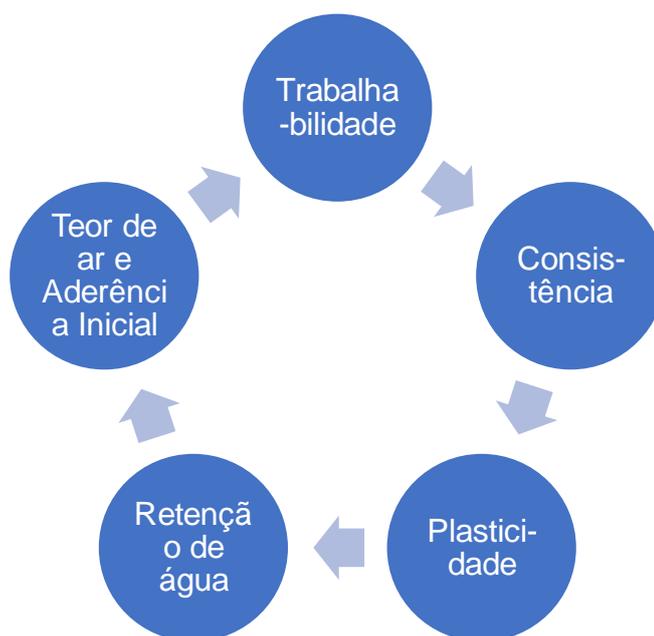
Investigar argamassas antigas de valor histórico no Brasil levanta questões sobre sua vida útil, quais matérias-primas são utilizadas, qual é o processo de fabricação dessas argamassas, quais proporções são utilizadas e quais tecnologias são utilizadas. Portanto, é necessária uma breve revisão sobre a história das argamassas no Brasil, nem sempre todas as perguntas podem ser respondidas. (SANTIAGO, 2002)

No primeiro século após a colonização no Brasil, a argamassa não era sequer utilizada. A argamassa com cal era criada neste período com queima de conchas e mariscos nas costas do Brasil. O óleo de baleia também era amplamente utilizado como aglutinante na preparação de argamassa, porém os órgãos fiscalizadores voltados a proteção ambiental, proibiram o uso do óleo, o que o torna inviável para a produção atual. (JUNIOR, 2008)

2.3.2 PROPRIEDADE DAS ARGAMASSAS

Existem propriedades que garantem um bom manuseio da argamassa. Para a utilização no estado fresco, as principais características são implementadas como: trabalhabilidade, consistência, plasticidade, retenção de água, teor de ar e aderência inicial

Figura 2 - Ciclo com as principais características da argamassa em estado fresco



Fonte: Autores, 2022

A Associação Brasileira das Normas Técnicas (ABNT), através de um conjunto de ensaios normatizados estabelece os requisitos necessários para cada característica que deve ser controlada através de procedimentos normativos.

Tabela 1 - Resumo de requisitos

CARACTERÍSTICAS	REQUISITO	NORMA
Trabalhabilidade	Uma consistência padrão de 255±10 mm	NBR 13276
Resistência à compressão	Deve ser especificada no projeto.	NBR 13279
Resistência de aderência	Deve ser especificada no projeto.	ASTM E518
Retenção de água	80% < normal < 90% 90% < alta	NBR 13277
Teor de ar incorporado	Grupo a < 8% 8% < Grupo b < 18% 18% < Grupo c	NBR 13278

FONTE: Adaptado de ABCP, 2002

2.3.2.1 CONSISTÊNCIA

A consistência da argamassa, pode ser definida como tendência do material resistir a deformações, é uma propriedade que pode ser relacionada a trabalhabilidade, pode ser quantificada através de um índice. Norma NBR 13276 (ABNT, 2016) que estabelece definições e diretrizes, apresenta o método para determinação do índice de consistência de argamassas.

A Tabela 1 a seguir apresenta características internas e externas que influenciam diretamente na característica da consistência das argamassas.

Tabela 2 - Fatores influenciadores na consistência da argamassa

	<p>FATORES INTERNOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teor de água muitas vezes definida em função da consistência necessária; • Proporção entre aglomerante e agregado; • Natureza e teor dos plastificantes (cal, finos argilosos, etc.); • Distribuição granulométrica, forma e textura dos grãos do agregado; • Natureza e teor de aditivos.
	<p>FATORES EXTERNOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de mistura; • Tipo de transporte; • Tipo de aplicação no substrato; • Operações de sarrafeamento e desempenho; • Características da base de aplicação – Tipo de preparo, rugosidade, absorção, etc.

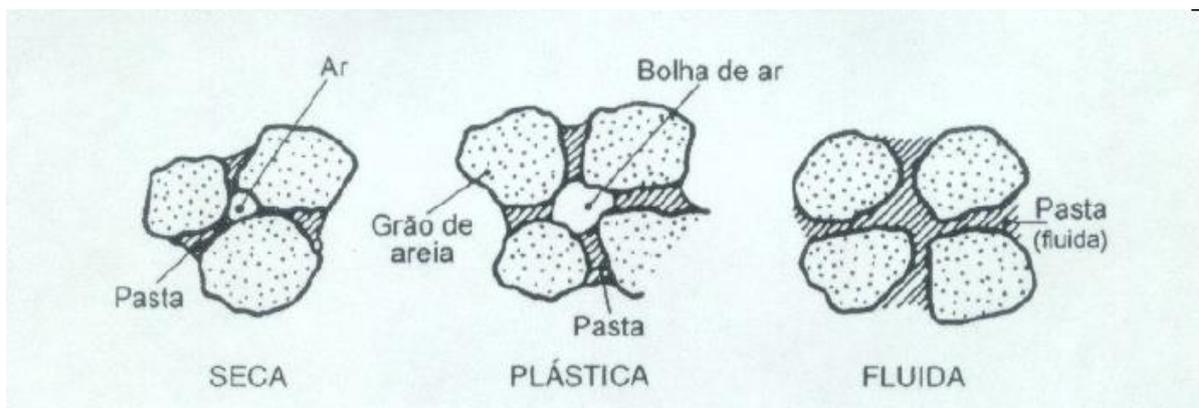
Fonte: Adaptado de Bauer et al. (2005)

2.3.2.2 TRABALHABILIDADE

A trabalhabilidade é a característica do agregado de partículas que se movem umas sobre as outras, o que está relacionado ao atrito interno, a coesão e a viscosidade são medidas indiretamente a partir da consistência e da propriedade da argamassa de resistir à deformação (GOMES, 2018).

A argamassa pode ser separada em seca, plástica e fluida de acordo com sua consistência de acordo com a figura a seguir. Na argamassa seca, a pasta é rodeada com partículas de areias com intuito apenas de preenchimento de lacunas entre as partículas, tornando-se uma substância áspera e com baixa trabalhabilidade. No caso da argamassa plástica, a pasta molha a superfície das partículas e atua como lubrificante. Já na argamassa fluida, para imergir as partículas em água para torná-las fáceis de separar e espalhar como um líquido (LOPES, 2017).

Figura 2 - Trabalhabilidade da argamassa.



Fonte: edisciplinas.usp.br

As causas que influenciam a trabalhabilidade são as partículas do agregado, a quantidade e as propriedades do pó fino, as propriedades do aglutinante, a proporção de material seco e água. Quando a areia é bem graduada e a forma é redonda, adicionar cal, ar e água misturada pode melhorar a trabalhabilidade, pois a cal aumenta a plasticidade e a capacidade de retenção de água, o ar introduzido funcionará como lubrificante, mas reduzirá a resistência mecânica. (GOMES, 2018)

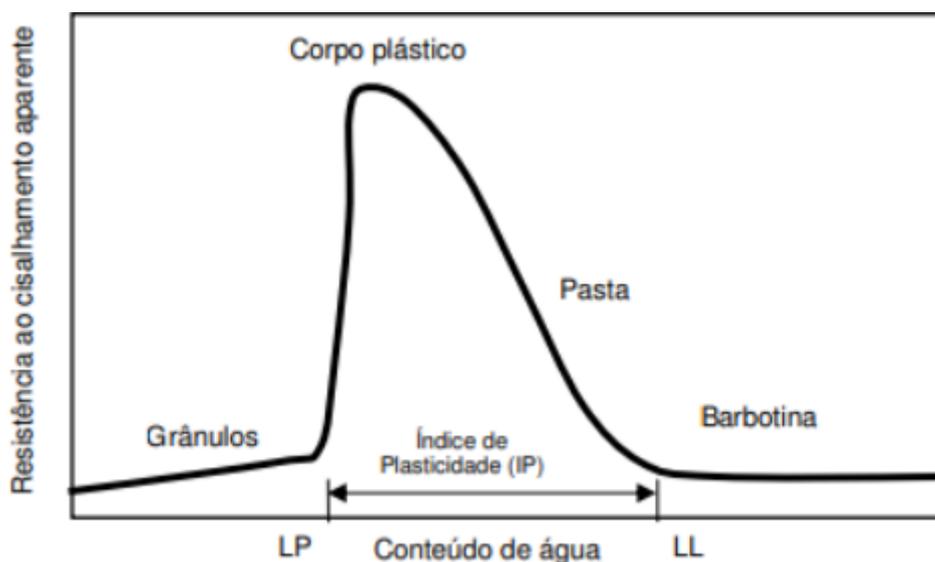
2.3.2.3 PLASTICIDADE

A plasticidade é uma das principais características para manter uma boa qualidade na argamassa, antigamente era comum utilizar a cal para atingir os resultados esperados, com futuros avanços da tecnologia no meio da construção civil, a cal é substituída por aditivos que reforçam a plasticidade do material devido às características de seus benefícios. (CARASEK, 2007)

Quando se fala em plasticidade, entende-se como a capacidade da mistura sofrer deformação sem ruptura, além de estar diretamente ligada à trabalhabilidade da massa. Por esta razão, é extremamente importante que a plasticidade seja a maior prioridade na preparação da mistura de argamassa, seguindo as normas estabelecidas no momento da preparação e na escolha dos materiais. (GOMES, 2018).

A figura 3 representa a plasticidade da argamassa, após a adição de água o corpo de prova atinge um estado conhecido como corpo plástico ou Limite Plástico (LP), conforme a quantidade de água aumenta, o material perde sua resistência e atinge seu Limite Líquido (LL). A diferença entre ambos os limites é o índice de plasticidade do material (IP).

Figura 3 – Comportamento plástico de uma argamassa



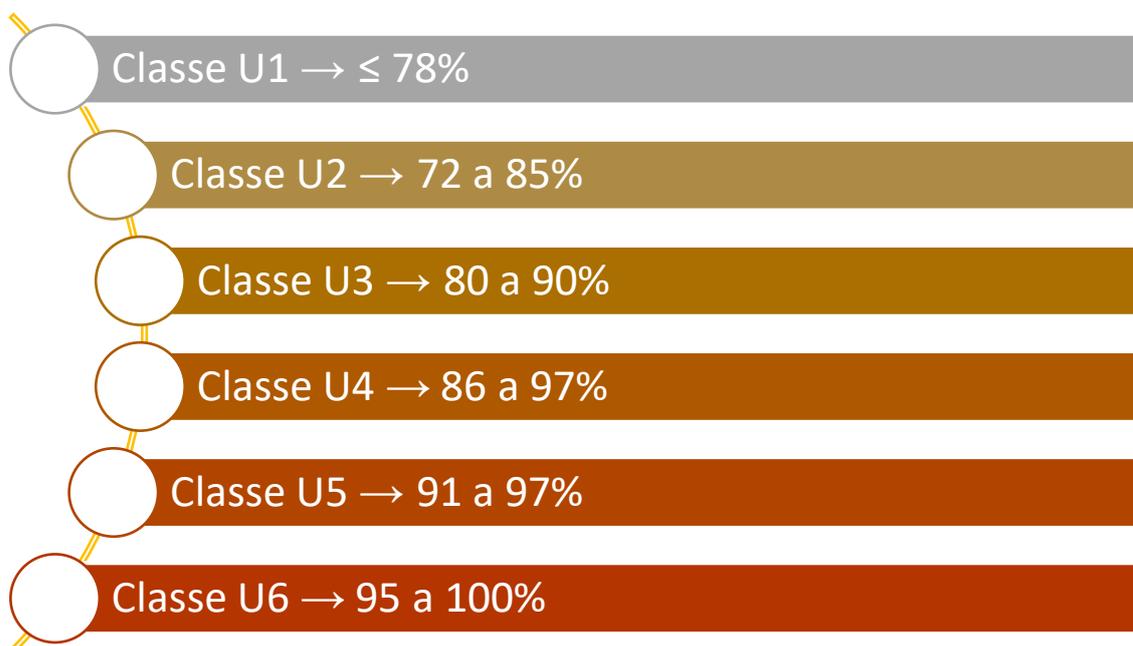
Fonte: FERRARI REIS, 2021

2.3.2.4 RETENÇÃO DE ÁGUA

A retenção de água é uma habilidade que está relacionada com a capacidade de manter água na argamassa afetando sua trabalhabilidade quando sujeita a ações que provocam perda de água, seja por evaporação ou pela absorção de água da base. A rápida perda de água influencia na adesão, deformação e na resistência mecânica, afetando a durabilidade e a vedação, o que pode ser evitado com o uso de aditivos específicos ou com o aumento da área superficial específica dos ingredientes. (OLIVEIRA, 2006)

NBR 13277 (ABNT, 2005) estabelece o método para a determinação da retenção de água da argamassa.

Tabela 3 - Classificação das argamassas em relação à retenção de água



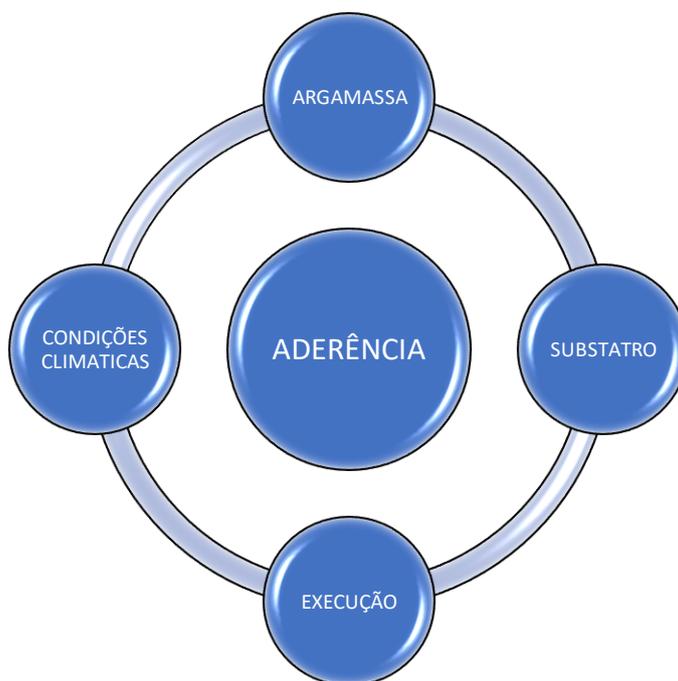
Fonte: NBR 13281 (ABNT, 2005).

Através da retenção da água, as reações químicas dos aglomerantes, responsáveis pelo endurecimento acontece de forma gradual, o que permite uma correta hidratação e conseqüentemente um aumento da resistência. Normalmente, uma quantidade de água necessária para garantir a trabalhabilidade é maior do que a necessária para a hidratação do cimento, desta forma, o excesso de água é perdido pelo processo de evaporação ou absorção para uma base em que é colocada a argamassa (BAÍA, SABBATINI, 2008).

2.3.2.5 ADESÃO INICIAL

A adesão inicial caracteriza-se pela capacidade da argamassa, no estado fresco, de aderir a uma base. Depende das características de trabalhabilidade da argamassa e dos suportes onde será aplicada. A redução da tensão superficial da massa permite maior contato com os grãos do agregado e com a base, facilitando a adesão. A cal na argamassa contribui para a diminuição da tensão superficial e conseqüentemente melhora a aderência da argamassa ao substrato (CARASEK, 2007)

Figura 4 - Fatores que influenciam na adesão das argamassas



Fonte: CARASEK, 2007

2.3.3 ARGAMASSA POLIMÉRICA

Produtos que reduzam o uso de recursos não renováveis estão sempre a procura no mercado, foi com essa intenção que foi criada a argamassa polimérica, um conjunto de polímeros unidos com a intenção de gerar menos resíduos e aumentar a produtividade para substituir a argamassa convencional. (SILVA, 2013)

A argamassa polimérica já é normalizada pela ABNT 16590 (2017), qual determina as formas de aplicação, valida seu uso, menciona a norma de desempenho e descreve parâmetros e materiais para a fabricação do material. Ela define a argamassa polimérica como: “mistura homogênea e industrializada composta por agregado(s) miúdo(s); carga mineral, água e blenda de resinas poliméricas.”

Por já vir pronta para uso, sem a necessidade de mistura no canteiro de obras, praticamente zera a possibilidade de erro na dosagem dos materiais praticado pelo homem. (BRANCO, 2015)

Além disso, por vir pronta para uso, diminui muito os processos comparado a argamassa convencional, acarretando a diminuição da mão de obra utilizada para a execução da alvenaria. (TELES, 2019)

2.3.4 ARGAMASSA POLIMÉRICA DUNDUN²

A argamassa utilizada no estudo de caso realizado no nosso trabalho foi da marca Dundun, a única marca certificada pela ABNT 16590 e creditada pelo Inmetro.

A certificação na norma é importante pois padroniza os produtos, define suas características e seus padrões de desempenho. A certificação comprova por auditoria que o material foi avaliado e comprovado pela ABNT. Além da formulação, são avaliados itens como durabilidade, flexibilidade, resistência mecânica, estanqueidade e conforto acústico, todos os requisitos de desempenho e vida útil do sistema.

2.3.5 EXIGÊNCIAS PARA UTILIZAÇÃO DA ARGAMASSA POLIMÉRICA

Referente a norma de desempenho da argamassa polimérica, a Dundun atende a todos os parâmetros exigidos pela NBR 15575:2013 a qual descreve as exigências para sistemas de vedações verticais. Os parâmetros são:

- **Mecânica:** No teste de resistência a mecânica, a NBR 15575-2:2013 aponta testes de resistências que devem ser feitos a fim de analisar o impacto ao corpo mole, ao corpo duro e às solicitações geradas pela ação de cargas suspensas, onde o corpo de prova não pode sofrer ruptura ou instabilidade sob energias detalhadas pela própria NBR.
- **Estanqueidade:** A umidade acelera os mecanismos de danificação do ambiente construído, por isso, a NBR 15575-4: 2013 exige parâmetros de ensaios a serem realizados para que as condições de habitualidade sejam favoráveis.
- **Resistência ao fogo:** A capacidade de elementos construtivos de suportar a ação do incêndio, é crucial para que as perdas quando há um incêndio sejam mínimas, tanto materiais, quando a vidas humanas, com base nesse pensamento, as normas de segurança exigem ensaios para que o tempo de resistência ao fogo de um sistema de vedação vertical sejam o mínimo necessário. (ABNT NBR10636:1989).

² A ARGAMASSA DUNDUN É MARCA REGISTRADA DA EMPRESA FCC INDÚSTRIAS E COMÉRCIOS LTDA.

- **Acústica:** A NBR 15575-4 apresenta requisitos e critérios para a verificação do isolamento acústico entre os meios externo e interno. Ela exige métodos de teste á várias classes de ruídos, e para que a vedação vertical seja aprovada, o desempenho apontado em teste deve ser superior a todas as classes de ruídos apontadas na NBR.

Todos esses testes foram realizados em um renomado laboratório do país, o *ITT performance*. Com isto, se obtém a comprovação científica de que a alvenaria executada com o produto da marca dundun não sofre qualquer perda em nenhum destes pontos.

Além disso, a argamassa dundun atende a todos os componentes exigidos pela ABNT NBR 16590 (2017), que são:

- Bloco cerâmico (ABNT NBR 15270-1): Componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contém;
- Bloco de concreto (ABNT NBR 6136): Componente da alvenaria de vedação com ou sem função estrutural, é composto por cimento, agregados e água, possui dois grandes furos na vertical de sua estrutura.
- Bloco de concreto celular (ABNT NBR 13438): Componente da alvenaria de vedação composto por uma mistura de cimento e materiais silicosos, essa mistura fornece uma propriedade airosa ao bloco, deixando-o leve e com um ótimo isolamento acústico.
- Bloco de solo-cimento (ABNT NBR 10834): Componente da alvenaria de vedação composto por mistura de solo, cimento e água
- Tijolo maciço (ABNT NBR 7170): Componente da alvenaria de vedação feito de barro comum, é obtido através da queima das peças em forno, é um tijolo sem furos, com seu interior completamente preenchido.
- Sílico calcáreo (ABNT NBR 14974-1 e ABNT NBR 14974-2): Componentes da alvenaria de vedação que podem ou não possuir função estrutural, são compostos por cal e agregados finos.

2.3.6 ARMAZENAMENTO

De acordo com a NBR 16590-1, a embalagem deve ser impermeável, selada ou valvulada, garantindo a estanqueidade a água, para que justamente não se perca as propriedades do material, ela salienta também que o fabricante deve informar os requisitos para armazenamento.

As especificações da Dundun dizem que o armazenamento deve ser em local seco, fresco e arejado, e que o empilhamento máximo do material deve ser de 05 caixas, além disso, orienta também que após aberta a embalagem, recomenda-se a utilização do produto em até 30 dias, desde que a embalagem seja selada após o uso. O produto possui validade de 1 ano após a data de fabricação para as embalagens de 3 e 10kg e validade de 06 meses para a embalagem de 1,5kg.

Figura 5 - Armazenamento adequado para argamassa polimérica



Fonte: Aatoria Própria, 2022

2.3.7 SUSTENTABILIDADE

São produzidos mais de 4 bilhões de toneladas de cimento por ano, liberando mais de 1,5 bilhão de CO² na atmosfera, o que equivale a 8% de toda a produção de CO² na atmosfera, um número altamente preocupante. (BBC NEWS, 2018)

Por se tratar de um material sem cimento em sua composição, a argamassa dundun atinge níveis sustentáveis muito interessantes quando comparada a argamassa convencional. Esses números são expressos através da tabela 4, em um estudo feito pela empresa FCC.

O estudo foi realizado com base nas normas NBR 14040:2009 e NBR ISSO 14044:2009, e as metodologias de cálculo para caracterização dos impactos ambientais são CML 2001 e Recipe.

Tabela 4 - Categoria de impacto consideradas e suas descrições

Categoria de impacto	Unidade	Descrição
Potencial de Depleção Abiótica	Kg Sb eq	Refere-se ao consumo dos recursos naturais abióticos que são utilizados como insumos
Potencial de Acidificação	Kg SO ₂ eq	Trata-se do resultado de deposições de substâncias ácidas que acabam ultrapassando a capacidade de um determinado ecossistema
Potencial de Eutrofização	Kg PO ₄ eq	Processo através do qual um corpo de água adquire níveis altos de nutrientes, esp. Fosfatos e nitratos, provocando o posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição
Potencial de aquecimento global 100 ^a	Kg CO ₂ eq	Processo de aumento da temperatura média dos oceanos e da atmosfera da Terra causado por massivas emissões de gases que intensificam o efeito estufa
Potencial de Depleção da Camada de ozônio 40a	Kg CFC-11 eq	Consiste na diminuição da camada de ozônio por reação de determinados gases provenientes da troposfera, resultando numa quantidade maior de radiação UVB que chega à superfície terrestre, afetando a vida do planeta e os ciclos bioquímicos e materiais
Potencial de Toxicidade Humana 100a	Kg 1,4-DB eq	Resulta da liberação e difusão de determinadas substâncias tóxicas nos vários compartimentos ambientais (ar, água e solo), com consequências adversas na saúde humana
Consumo de água	M ³	Consiste tanto no consumo de água como pela poluição hídrica. Trata de qualquer ação da qual a água proporciona um serviço ou exerce uma função, influenciando nos sistemas naturais.

Fonte: adaptado de Laboratório FCC (2017).

Para fim de comparação com a argamassa convencional, foi utilizado uma proporção de 3kg da argamassa dundun para 60kg de argamassa convencional, que é a quantidade equivalente para assentar a mesma metragem quadrada de alvenaria, e os resultados foram os seguintes:

Tabela 5 - Diferença de impacto ambiental das argamassas

Categoria de Impacto	Unidade	3kg da Massa DunDun	60kg de Argamassa Convencional	Método
Potencial de Depleção Abiótica	Kg Sb eq	0,011054	0,028024	CML 2001
Potencial de Acidificação	Kg SO2 eq	0,0039	0,018737	CML 2001
Potencial de Eutrofização	Kg PO4-3 eq	0,000906	0,004467	CML 2001
Potencial de Aquecimento global 100a	Kg CO2 eq	1,107624	11,24591	CML 2001
Potencial de Depleção da Camada de Ozônio 40a	Kg CFC-11 eq	8,76E-08	4,03E-07	CML 2001
Potencial de Toxidade Humana 100a	Kg 1,4-DB eq	0,112877	0,649901	CML 2001
Consumo de água	M ³	0,005418	0,112647	Receipe

Fonte: adaptado de Laboratório FCC (2017).

São números que representam muito para o meio ambiente. A massa dundun possui um potencial de aquecimento global de 10 vezes menor que a convencional e uma depleção da camada de ozônio 5 vezes menor, além de consumir 21 vezes menos água, tornando-a muito mais sustentável para o planeta.

Obras ao utilizarem da massa dundun, recebem pontos em certificações Leed, que é uma ferramenta que incentiva a adoção de práticas de construção sustentável, o que possibilita a valorização do imóvel e a redução nos juros do financiamento quando feitos com recursos do SBPE (Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo).

2.4 REQUISITOS PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA

A NBR 16590-1 apresenta os requisitos necessários para o assentamento de alvenarias com a argamassa polimérica, e é aí que podemos considerar algumas desvantagens dela em relação a argamassa convencional.

Por se tratar de uma argamassa onde apenas é aplicado dois cordões entre as fiadas de tijolo ou bloco, ela não tem o poder de concertar desníveis do piso, como dos blocos, seja ele de qual tipo for. Já na argamassa convencional é possível esse nivelamento, aplicando mais ou menos massa em certos pontos para deixar tudo nivelado. (ABNT NBR 16590:2017)

Por esses motivos citados no parágrafo acima, a NBR 16590-1 recomenda que a primeira fiada seja feita com a argamassa convencional para que as irregularidades no piso sejam minimizadas, garantindo que o piso fique na planicidade adequada para o assentamento da alvenaria, conforme figura 6. Em relação aos blocos ou tijolos, eles não podem possuir desnivelamentos muito grandes entre si, caso possuam, fica inviável o uso da argamassa polimérica, pois é praticamente impossível deixar as fiadas niveladas.

Figura 6 - Assentamento de alvenaria com ambos os tipos de argamassa



Fonte: Autoria própria (2022)

A aplicação da argamassa polimérica deve ser em no mínimo dois cordões na horizontal, conforme figura 7, sendo eles com espessura de 10mm anterior ao assentamento da fiada superior, conforme figura 8. (SILVA; GUIMARÃES:2021)

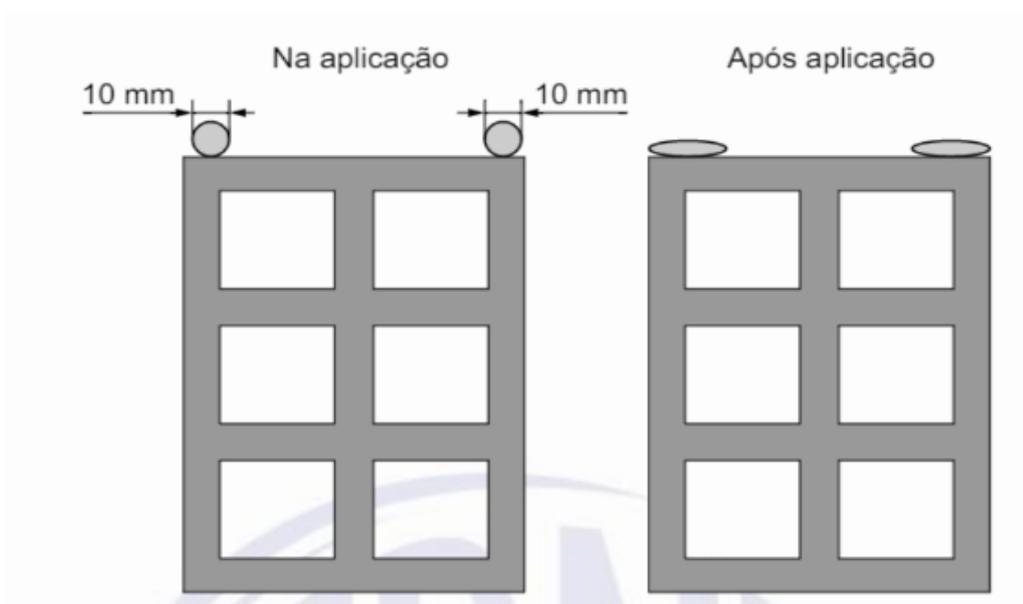
Após o assentamento das fiadas, as juntas verticais podem ser preenchidas ou não, fica a critério do responsável pela obra, se preenchidas, devem possuir um espaçamento de até 10mm, e as juntas horizontais devem possuir uma altura de 1mm a 6mm. (SANCHES; RAFAEL: 2021)

Figura 7 - Cordões de argamassa polimérica aplicados sobre o bloco



Fonte: Massa Dundun(2016).

Figura 8 - Aplicação do composto polimérico (NBR 16590)



Fonte: ABNT NBR 16590, (2017)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos, foi realizado um acompanhamento de uma obra onde foram utilizadas as duas argamassas na alvenaria em pavimentos paralelos da edificação.

O estudo foi feito com o acompanhamento dos responsáveis da obra, no início da troca de sistema de assentamento dos tijolos que começou no 9º pavimento. O encarregado juntamente dos pedreiros e serventes haviam recebido treinamento do engenheiro responsável pela marca do composto polimérico DunDun, para que executassem da forma mais correta e obtivessem um melhor aproveitamento do sistema.

A obtenção dos resultados foi comparada ao sistema que tinha sido executado até o 8º pavimento tipo que era com a argamassa estabilizada. O fato de ter outro sistema na mesma obra, ajudou a se basearem nos resultados que estavam tendo no sistema antigo para resolverem mudar para o sistema novo na obra com o composto polimérico DunDun. No treinamento foram sanadas quaisquer dúvidas que os profissionais tinham e explicado a eles que o sistema do composto polimérico seria mais produtivo, limpo, rápido e mais sustentável.

Os pontos mais frisados foram que a face dos pilares teria de estar lisa (sem utilização de chapisco), que não necessitava da utilização do ferro cabelo pois a junta é milimétrica e que não era necessário a utilização da tela de amarração nas fiadas pois a aderência do composto polimérico é muito alta.

Foram utilizados o nível a laser, prumo, linha, mini cunhas plásticas e a colher de pedreiro para a primeira fiada de nivelamento com a massa de cimento para deixar a fiada no prumo.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi feito no empreendimento Doha da construtora C'Seger localizado na rua 315, número 299 no bairro meia praia na cidade de Itapema. A construtora fez o estudo visando aumentar a qualidade do serviço executado visando 4 pilares: Custo, produção, limpeza e consumo.

A construtora utilizava argamassa estabilizada para o assentamento dos tijolos, e resolveu fazer o teste com o composto polimérico DunDun em um apartamento, a fim de fazer um comparativo entre ambas para analisar as vantagens que teria com o composto polimérico, conforme citado pelo fornecedor. Abaixo mostraremos o estudo do caso feito em conjunto com a construtora para mostrar todos os resultados obtidos e uma projeção para todo o empreendimento.

Consumo: Sabemos que o peso do material é um fator muito importante quando comparamos a massa estabilizada com o composto polimérico DunDun. Desde o recebimento da carga, transporte interno, e até a aplicação do pedreiro. O composto polimérico é ergonomicamente melhor. Podemos analisar abaixo, um comparativo entre o composto polimérico e a massa estabilizada no que tange o peso dos dois sobre várias situações:

Tabela 6 - Comparativo de consumo entre argamassa polimérica x estabilizada

	Argamassa Estabilizada	Composto polimérico Dun Dun
Peso do Produto	-	3 kgs
Consumo, por m ²	26,646 kgs	1,5 kgs
Peso 1 pavimento (834 m ²)	22.223 kgs	1251 kgs
Peso Empreendimento (28 pavimentos)	622.244 kgs	35.028 kgs
Perdas / Desperdício	124.450 kgs	Não há desperdício

Fonte: Aatoria Própria, 2022

Conforme comparativo acima, podemos afirmar:

Ao utilizar a argamassa estabilizada, o peso na estrutura ao final da obra será de 587.216 kgs a mais em relação ao composto polimérico. Nota-se também que o desperdício do composto polimérico é zero, enquanto da argamassa estabilizada é na casa dos 20%.

Custo: Um dos pilares da construção, o custo geralmente reflete o preço do produto somado ao valor gasto também para o profissional que realizará determinado serviço. Ao compararmos o custo da argamassa estabilizada com o composto polimérico Dun Dun, usamos o valor médio encontrado no mercado da construção civil na região da cidade de Itapema. Abaixo comparamos vários fatores:

Tabela 7 - Comparativo de custo entre argamassa polimérica x estabilizada

	Argamassa estabilizada	Composto polimérico Dun Dun
Custo material	R\$ 430,00 (m ³)	R\$ 19,35 (3 kgs)
Custo por m ²	R\$ 17,20	R\$ 9,67
Custo por pavimento (834 m ²)	R\$ 14.344,80	R\$ 8.064,78
Custo Empreendimento (28 pavimentos)	R\$ 401.654,40	R\$ 225.813,84

Fonte: Autoria Própria, 2022

Observando o comparativo acima, podemos afirmar: ao utilizar o composto polimérico Dun Dun, a economia será na casa de 43,77% por m² de alvenaria assentada. A economia ao final da obra será de R\$ 175.840,16.

Nota-se que o comparativo foi feito apenas de “produto x produto”, ou seja, “argamassa estabilizada x composto polimérico Dun Dun”. Nessa conta não entraram outros gastos “indiretos” para a execução do serviço.

Para executar o assentamento com a argamassa estabilizada, são utilizados materiais como: ferro cabelo, chapisco colante ou AC III (para ponte de aderência nos pilares), chapisco rolado (para ponte de aderência nas vigas) e tela de amarração + pino e arruela cônica + pólvora (pistola). Para executar o mesmo serviço

com o composto polimérico Dun Dun, não necessita de nenhum desses produtos citados acima.

Outro custo que também não entrou nessa conta é o custo de energia. Abaixo segue um comparativo do que seria utilizado de elevador com cada material:

Tabela 8 - Comparativo de custo energético entre argamassa polimérica x estabilizada

	Argamassa estabilizada	Composto polimérico Dun Dun
Quantidade por viagem	0,4 m ³	1.400 kgs
Viagem para 1 pavimento (834 m ²)	84	1
Viagem para 27 pavimentos	2.268	27

Fonte: Aatoria Própria, 2022

Ao analisarmos os números acima, notamos que ao utilizarmos o composto polimérico Dun Dun, ao final da obra economizaremos 2.241 viagens de elevador, que certamente melhorará a logística interna da obra, levando outros produtos que com certeza iria demorar mais para serem entregues em outras frentes da obra.

Lembrando novamente que nesse cálculo acima citado, não constam os produtos que são utilizados para a execução da alvenaria com a argamassa estabilizada, o que elevaria ainda mais o número de viagens e conseqüentemente a diferença em relação ao composto polimérico Dun Dun.

Produção: A produção certamente é um dos grandes pilares da construção civil, por ela é feito um cronograma da obra do início ao fim, é usada em pagamentos para funcionários (que recebem por produção) e serve de balizador para contratação de todo o tipo de mão de obra, afinal nenhum contratante irá preferir contratar um profissional que não produza o mínimo desejável para cumprir o cronograma estabelecido na obra.

Abaixo, demonstraremos um comparativo de produção para a execução dos dois sistemas de assentamento de alvenaria:

Tabela 9 - Comparativo de produção entre argamassa polimérica x estabilizada

	Argamassa estabilizada	Composto polimérico Dun Dun
Pedreiros	2 duplas	2 duplas
Produção dia (2 duplas)	55,60 m ²	87,80 m ²
Necessário para 1 pavimento (834 m ²)	15 dias uteis	9,5 dias uteis
Necessário para o Empreendimento (28 pavimentos)	420 dias uteis	266 dias uteis

Fonte: Aatoria Própria, 2022

Analisando os dados acima citados, podemos afirmar:

A produção com o composto polimérico é 57,91% maior que a produção com a argamassa estabilizada. Utilizando o composto polimérico Dun Dun, a construtora economizará 154 dias trabalhados, ou seja, aproximadamente 31 semanas, algo em torno de 7 meses.

Segundo a construtora, todos os dias são pedidos uma quantidade x de argamassa estabilizada. Algumas vezes o fornecedor acaba atrasando a entrega, outras vezes os pedreiros produzem um pouco mais que o convencional e acaba faltando no final do dia. A validade da argamassa estabilizada, geralmente é de 36 horas. Para fazer um pavimento a construtora faria em média 15 pedidos de material. Quando é utilizado o composto polimérico da Dun Dun, o pedreiro não tem esse problema. A construtora faz 1 pedido para a execução do pavimento inteiro, não falta material para trabalhar.

A validade do produto é de 18 meses fechado e após aberto, caso não utilizar todo o produto, o fabricante indica tirar o excesso da ponta, dobrá-la e colocar um peso em cima (na obra geralmente coloca-se um tijolo) e assim o produto pode ser utilizado em até 30 dias após aberto.

Limpeza: A organização da obra é algo extremamente importante, uma obra limpa e organizada transmite uma tranquilidade maior para quem trabalha e para quem visita. É comum as construtoras terem no empreendimento um apartamento

decorado, que nada mais é que um esboço do apartamento quando ele ficar pronto, porém com a decoração se assim o comprador desejar.

Com isso, é comum corretores levarem os potenciais clientes para fazer uma visita in loco, seja para ver o apartamento decorado pessoalmente ou para ver o andamento da obra, estrutura ou até mesmo matar a curiosidade de como é uma obra no seu dia a dia.

Como demonstramos acima, a utilização da argamassa estabilizada apenas para o assentamento de tijolos, possui 20% de perda de material, gerando sujeira na obra e posteriormente entulho. É comum após a utilização da caixa de massa, o servente limpá-la utilizando um cabo de enxada, batendo na caixa para soltar a parte que esta seca, pois ela irá ser utilizada novamente (seja na mesma obra ou em outra). Esse é um fator que não acontece com o composto polimérico Dun Dun, haja visto que ele não tem perda de material, o mesmo só necessita que o pedreiro pegue a embalagem plástica vazia e a descarte da maneira correta dentro da obra.

4.1.1 LOCALIZAÇÃO E RAMO DA CONSTRUTORA

A construtora C'Seger é localizada na cidade de Itapema – SC e tem o ramo de obras residenciais. Possui 11 anos de existência com algumas obras imponentes na cidade, como no caso a obra Doha onde foi realizado nosso estudo de caso.

4.1.2 DESEMPENHO

O desempenho do composto polimérico Dun Dun foi extremamente satisfatório. A construtora conseguiu uma produção maior sem aumentar o quadro de funcionários, obteve uma economia financeira em relação ao sistema anterior, consequentemente a obra se tornou mais limpa e com o produto não contendo cimento na formulação acabou tornando a obra mais sustentável. Segundo informações do construtor, o cronograma da obra relacionado ao sistema de vedação das paredes foi adiantado em 5 dias e meio por laje.

4.1.3 COMPARAÇÕES

Para realizar nosso estudo de caso com o composto polimérico DunDun, comparamos com um outro parâmetro, isso foi feito comparando o sistema DunDun com o sistema de argamassa estabilizada. Haja visto que a construtora já estava trabalhando com a argamassa estabilizada, apenas foram feitas comparações nesse sistema. Dentro desse comparativo foram utilizados apenas custos diretos, ou seja, foram apenas comparando produto x produto. Todo o entorno que chamamos de “indiretos” não estão nesse comparativo.

4.1.4 RESULTADOS OBTIDOS

Conforme nosso estudo de caso, os resultados obtidos com o composto polimérico Dun Dun foram muito satisfatórios comparados ao sistema da argamassa estabilizada. Todos os comparativos indicam que com o composto polimérico o “custo x benefício” é enorme.

Conclui-se que o composto polimérico Dun Dun no que tange a sustentabilidade é muito superior pois não emitem gás na atmosfera na sua fabricação.

Em todos os outros pilares estudados (custo, limpeza e produção) concluímos que o composto polimérico notadamente é superior ao sistema de argamassa estabilizada e o que ajuda ainda mais é a certificação da norma da ABNT que garante um padrão de fabricação no produto e desempenho constante em toda a fabricação.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo sobre a possibilidade de utilizar argamassa polimérica no assentamento de alvenarias, visto que a mesma já possui normas regulamentadoras que aprovam seu uso, porém ainda é um material pouco usufruído devido à falta de conhecimento do produto e seus benefícios em obra.

Foi realizado uma comparação entre o assentamento com a argamassa polimérica e a argamassa convencional em uma mesma obra, onde a utilização da argamassa polimérica possui vários benefícios, como a facilidade do uso, um aumento significativo da produtividade, a limpeza in loco e uma economia financeira de aproximadamente 56%.

Referente a qualidade do material e a resistência mecânica são várias normas técnicas controladoras que garantam que a utilização do produto seja confiável, suas propriedades mecânicas apresentam resultados superiores à argamassa convencional, inclusive o material utilizado é certificado pela ABNT 16590 e creditada pelo Inmetro.

No que diz respeito a sustentabilidade ao meio ambiente, a argamassa polimérica possui números extremamente favoráveis, o que a torna uma opção muito melhor para o meio ambiente, além de ser favorável ao consumidor também, que recebe pontos em certificações Leed pela sua utilização.

Analisando os fatores acima destacados, o que se conclui do trabalho é que a argamassa polimérica possui várias vantagens em relação a argamassa convencional, o que recomenda muito sua utilização. O que impede a rápida expansão de sua aplicação é a resistência cultural existente nos operadores de obra, muito por conta da falta de conhecimento e divulgação do produto.

Em trabalhos futuros, sugere-se o estudo da argamassa polimérica para sua utilização também em alvenaria com funções estruturais, assim como avaliar as futuras possíveis patologias causada pelo uso da argamassa polimérica.

6 REFERENCIAIS

CBIC. **PIB da construção fecha o ano com crescimento de 9,7%, a maior alta em 11 anos**, 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos>. Acesso em: novembro de 2022.

MOREIRA, et al. **Estudo da Argamassa Polimérica de Assentamento de Blocos e Tijolos Segundo Aspectos Técnicos, Econômicos, Mercadológicos e de Clima Organizacional**. 2017.

FILHO, Farlei Paul. **Estudo Exploratório do Comportamento Mecânico de Argamassas Poliméricas e Argamassas Industrializadas Ensacadas para Assentamento de Blocos de Vedação**. 2016.

CAMARGO, A. **Minas de entulho**. *Revista de Tecnologia da Construção – Tèchne*, ano 3, nº 15, p. 15-19, 1995.

COMNISKY, William Gispiela; SOUZA, Maicon Anderson de. **A viabilidade da argamassa polimérica no assentamento de tijolos**. Navegantes, 2019.

CARVALHO, DUTRA. **Uso de argamassa polimérica para o assentamento de alvenaria**, Rio de janeiro, 2020.

CBIC. **Informativo econômico Construção Civil: desempenho e perspectivas**. Brasília, 2011. Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/05_Balanco_2011.pdf. Acesso em: novembro de 2022.

RIGOLON, FRANCISCO J.Z. **A Retomada do crescimento e o papel do BNDES**. Rio de janeiro: BNDES, 1996.

TEIXEIRA, L. P; CARVALHO, F. M. A; **A Construção Civil como instrumento do desenvolvimento da economia Brasileira**. *Revista Paraense de Desenvolvimento*, n.109, p. 09-26. Curitiba, 2005.

FIBRA. **Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil**. Distrito federal, 2017. Disponível em: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>. Acesso em: outubro de 2022.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

MARQUES, S. M. F. **Estudo de Argamassas de Reabilitação de Edifícios Antigos**. 2005. 148f. Dissertação Mestrado – Universidade de Aveiro, Portugal.

KANAN, M. I. C. **Manual de Conservação e Intervenção em Argamassas e Revestimentos a Base de Cal. Cadernos Técnicos 8**. IPHAN/Programa Monumenta, Brasília, 2008.

SANTIAGO, Cybèle Celestino. **O estudo dos materiais de construção em textos antigos para apoiar a conservação/restauração**. ANAIS DO XI CONGRESSO DA ABRACOR - RIO DE JANEIRO - RJ 2002

JUNIOR, Miguel Carlos; ET AL. **Comparação de Produtividade da Argamassa Polimérica Frente à Argamassa Convencional no Assentamento de Tijolos Cerâmicos**. 2008. Disponível em: Acesso em: novembro de 2022.

GOMES, Adailton de Oliveira. **Propriedades das argamassas de revestimento de fachada**. Salvador, 2018.

LOPES, Nathalia. **Tipos de argamassas: entenda as diferenças. Mapa da Obra**. 2017. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/argamassas-matrix-para-obras-em-grande-altura/>. Acesso em: novembro de 2022.

CARASEK, H. Argamassas. IN: Isaia, G. C. (Ed). **Materiais de construção civil e princípios da ciência e engenharia de materiais**. 1ed. São Paulo: Arte interativa, 2007. Cap 26.

OLIVEIRA, Flavio Augusto Lindner. **Argamassa industrializada: vantagens e desvantagens**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Anhembi Morumbi, 2006.

PORTO, CARRILHO. **Sustentabilidade na construção civil**, Belo horizonte, 2009.

CORRÊA. **Sustentabilidade na construção civil**, Belo horizonte, 2009.

SILVA; et al. **Utilização de argamassa polimérica no assentamento de tijolos ou blocos**. Associação Educacional de Bosco. Rio de Janeiro, 2013.

GUIMARÃES, J. E. P. A Cal: **Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil**, 2º ed. São Paulo, PINI, 2002.

BRAGA, BENEDITO e outros. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

FERRARI, REIS. **Propriedades da argamassa e métodos para analisa-las**. PRUDENTE, 2021

DEGANI. **O Impacto e a importância da construção no Brasil**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-pais/>. Acesso em novembro de 2022

SINDUSCON-MG. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 3ª ed. Sinduscon-MG: Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/comunicacao/GerenciamentoResiduos3Edicao.pdf> Acesso em: novembro de 2022.

CIB, **O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção**. 2002, p.8

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília**. São Paulo, Editora Nova Técnica, 2011.

TAGLIANI, Simone. **Saiba quais materiais eram empregados na engenharia da antiguidade**. Disponível em: <https://engenharia360.com/materiais-engenharia-da-antiguidade>. Acesso em: novembro de 2022

VERAS, HENRIQUE Rafael. **A importância da construção civil na economia brasileira**. 2018

LARUCCIA, Mauro. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil**. 2014

LEMOS, R. A. **Técnicas de revestimentos em argamassa projetada**. Monografia. 2010. 51f. Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte. 2010.

BRANCO, Felipe Rodrigues. **Uso de argamassa pronta não-cimentícia para assentamento de alvenaria em um edifício na cidade de Santarém-PA**. Belém: PPCS, 2015.

TELES, Cid. **Passo a Passo da Aplicação de Argamassa Polimérica. 2019.** Disponível em: <https://fixecomassa.com.br/index.php/2019/03/16/passa-a-passo-da-aplicacao-de-argamassa-polimerica>. Acesso em: novembro de 2022.

BAÍÁ, Luciana Leone Maciel; SABBATINI, Fernando Henrique. **Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa.** 4a Ed. São Paulo: Nome da Rosa, (Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras). 2008, 89 p

BBC News. **Aquecimento global: a gigantesca fonte de CO2 que está por toda parte, mas você talvez não saiba,** disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-46591753>. Acesso em: novembro de 2022.

RAFAEL, SANCHES. **Estudo da utilização de argamassa polimérica para assentamento de alvenaria em tijolos.** Anápolis. 2021.

SILVA, GUIMARÃES. **Estudo de viabilidade de aplicação de argamassa polimérica colante em alvenaria.** Anápolis. 2021.

FCC DUNDUN. **Argamassa polimérica.** Disponível em: <https://massadundun.com.br/>. Acesso em: novembro de 2022.

NBR 16590-1. Composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação- Requisitos. Rio de Janeiro, 2017

NBR 16590-2. Composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação- Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2017.

NBR 15575-1. Edificações habitacionais - Desempenho, parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 15575-2. Edificações habitacionais - Desempenho, parte 2: requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 15575-3. Edificações habitacionais - Desempenho, parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 15575-4. Edificações habitacionais - Desempenho, parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013

NBR 16868-1. Alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- requisitos. Rio de Janeiro, 2005

NBR 13276. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do Índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

NBR 13279. Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1995.

ASTM E518. Métodos de teste padrão para resistência à flexão de alvenaria.

NBR 13277. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

NBR 13278. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270**. Componentes cerâmicos. Rio de Janeiro, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**. Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13438**. Blocos de concreto celular autoclavado - requisitos. Rio de Janeiro, 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10834**. Bloco de solo-cimento sem função estrutural - requisitos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7170**. Tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14974-1**. Bloco silício-calcario para alvenaria. Parte 1: Requisitos, dimensões e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14974-2**. Bloco silíco-calçario para alvenaria. Parte 2: Procedimentos para execução de alvenaria. Rio de Janeiro, 2003

NBR 14040. Inspeção de segurança veicular - Veículos leves e pesados. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**. Gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida - requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2014.