

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

WILDSON MICAEL DANTAS BONIFÁCIO

**UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA DE REBOCO COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE
BORRA DE TINTA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO**

NATAL/RN

2022

WILDSON MICAEL DANTAS BONIFÁCIO

**UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA DE REBOCO COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE
BORRA DE TINTA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira.

NATAL/RN

2022

WILDSON MICAEL DANTAS BONIFÁCIO

**UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA DE REBOÇO COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE
BORRA DE TINTA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira.

Prof. Orientador

Prof. Dr. Carlos Gomes de Moura

Membro Interno

Prof. Esp. Mário César Nogueira

Membro Externo

Catálogo na Publicação – Biblioteca do UNI-RN
Setor de Processos Técnicos

Bonifácio, Wildson Micael Dantas.

Utilização de argamassa de reboco com adição de resíduo de borra de tinta em substituição parcial do cimento. / Wildson Micael Dantas Bonifácio. – Natal, 2022.
67f.

Orientador: Profº. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira.
Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Rio Grande do Norte.

1. Engenharia civil – Monografia. 2. Argamassa – Monografia. 3. Reboco – Monografia. 4. Borra de tinta – Monografia. 5. Agregados – Monografia. I. Pereira, Fábio Sérgio da Costa. II. Título.

RN/UNI-RN/BC

CDU 624

Dedico este trabalho a minha família, por todo carinho, amor e apoio que me foi dado durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sua infinita misericórdia, pelo seu infinito amor e por me proporcionar forças e sabedoria para chegar até aqui. Segundo aos meus pais Francisco Canindé Bonifácio e Marilene Dantas Bonifácio, que sempre estiveram ao meu lado, a minha irmã Wiliane Dantas Bonifácio e cunhado Alexandre de Moura Almeida, que sempre me apoiaram e ajudaram a ter a possibilidade de cursar o curso de engenharia civil, e agradeço a todos os professores, amigos e colegas que direta ou indiretamente me ajudaram e acreditaram no meu sucesso.

Que nesta caminhada linda da vida, que nada possa limitar meus passos, que todas as dificuldades possam me ensinar a ter cada vez mais fé e mais esperanças, pois nenhum mal pode ser maior do que os planos que eu sei que Deus tem para mim.

Jared Hassan

RESUMO

Devido à grande demanda por habitações, a uma crescente busca por qualidade, velocidade e principalmente redução de custos nas obras. Com isso o reaproveitamento de resíduos que são gerados nas construções, vem ganhando espaço no mercado, pois contribui com a sustentabilidade, evitando o descarte incorreto desses resíduos, e muitas das vezes com essa reciclagem proporciona uma redução nos custos da obra.

Por esse motivo o presente Trabalho, analisou a utilização da argamassa de reboco interno e externo, com a adição de resíduo de borra de tinta em substituição parcial do cimento. O método utilizado foi o de pesquisa descritiva por meio dos ensaios de resistência de aderência à tração, absorção de água e resistência à compressão, feitos em laboratório, utilizando placas cimentícias e corpos de provas cilíndricos, sendo metade com 10% de adição de resíduo e a outra metade com 30% de adição de resíduo, ao todo são 2 (duas) placas cimentícias e 30 (trinta) corpos de prova cilíndricos. Dessa forma sendo possível obter os resultados.

Com a obtenção dos resultados pelos ensaios realizados, analisou-se que no ensaio de absorção de água, tanto na amostra de 10% quanto na amostra de 30% de borra de tinta, foi possível a obtenção de resultados satisfatórios, de acordo com o local de aplicação, seguindo as normas vigentes. No ensaio de resistência à compressão foram obtidos valores satisfatórios, apesar das argamassas de reboco não terem a finalidade de resistir a compressão. Já no ensaio de resistência de aderência à tração, os valores obtidos para a amostra com adição de 10% foram satisfatórios em todos os casos, pois estavam dentro das normas, entretanto a amostra com 30% de adição de resíduo foi aprovada apenas para aplicação de reboco interno, porém, para aplicação em reboco externo, essa amostra foi reprovada, pois não atendia os valores estabelecidos pela norma vigente.

Por fim, percebeu-se que a utilização da borra de tinta em substituição parcial do cimento nas argamassas de reboco, dependendo da quantidade adicionada e do ambiente de aplicação, proporciona uma argamassa com um custo inferior em comparação as argamassas convencionais e em relação a argamassa com resíduo em substituição parcial da areia fina, onde apresenta características resistentes satisfatórias, de acordo com as normas vigentes.

Palavras-Chave: Argamassa de reboco. Borra de tinta. Cimento.

ABSTRACT

Due to the great demand for housing, a growing search for quality, speed and mainly cost reduction in the works. With this, the reuse of waste that is generated in constructions, has been gaining space in the market, as it contributes to sustainability, avoiding the incorrect disposal of this waste, and often with this recycling it provides a reduction in the costs of the work.

For this reason, the present work analyzes the use of internal and external plastering mortar, with the addition of paint sludge residue in partial replacement of cement. The method used was that of descriptive research through tests of tensile adhesion strength, water absorption and compressive strength, carried out in the laboratory, using cement plates and cylindrical specimens, half with 10% addition of residue and the other half with 30% addition of residue, in total there are 2 (two) cement plates and 30 (thirty) cylindrical specimens. That way you can get the results.

With the results obtained from the tests carried out, it was analyzed that in the water absorption test, both in the 10% sample and in the 30% sample of paint sludge, it was possible to obtain satisfactory results, according to the location. application, following the regulations in force. In the compressive strength test, satisfactory values were obtained, although plaster mortars are not intended to resist compression. In the tensile bond strength test, the values obtained for the sample with 10% addition were satisfactory in all cases, as they were within the standards, however the sample with 30% addition of residue was approved only for application of internal plaster, however, for application in external plaster, this sample was disapproved, as it did not meet the values established by the current standard.

Finally, it was noticed that the use of paint sludge in partial replacement of cement in plastering mortars, depending on the amount added and the application environment, provides a mortar with a lower cost compared to conventional mortars and in relation to mortar. with residue in partial replacement of the fine sand, where it presents satisfactory resistant characteristics, according to the current norms.

Keywords: Plastering mortar. Ink smudge. Cement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ensaios de <i>Pull Off Test</i> , Absorção e Compressão.....	20
Figura 2 – Argamassa.....	21
Figura 3 – Chapisco, Emboço e Reboco.....	22
Figura 4 – Formas de ruptura para corpo de prova de revestimento.....	26
Figura 5 – Produção e faturamento das vendas do setor de tintas no Brasil em 2016.....	28
Figura 6 – Composição da tinta.....	29
Figura 7 – Processo de fabricação de tinta.....	30
Figura 8 – Cores para resíduos na coleta seletiva.....	30
Figura 9 – Processo de reciclagem de tintas de vasilhames de gás em tanque.....	37
Figura 10 – Recipientes com borra.....	38
Figura 11 – Recipientes com borra, devidamente identificados.....	38
Figura 12 – Recipientes com borra, sendo verificados.....	39
Figura 13 – Processamento do material.....	39
Figura 14 – Moagem do material.....	40
Figura 15 – Processo de ajuste de viscosidade.....	40
Figura 16 – Verificação da viscosidade.....	41
Figura 17 – Filtragem da tinta.....	41
Figura 18 – Pintura Tradicional x Pintura Reciclada.....	42
Figura 19 – Corpos de prova em aço comum e ferro nodular/cinzento pintados com tinta reciclada (a) antes e (b) depois do teste de ciclagem térmica.....	44
Figura 20 – Corpos de prova em aço comum pintados com tinta reciclada antes e depois do teste de corrosão em névoa salina.....	45
Figura 21 – Corpo de prova em aço comum pintado com tinta reciclada após o teste de aderência.....	46
Figura 22 – Peneiras, balança, balde, proveta e colher de pedreiro.....	48
Figura 23 – Pá e enxada.....	48
Figura 24 – Moldes plásticos de copo de prova.....	48
Figura 25 – Cimento CP-F-32 RS.....	49
Figura 26 – Areia fina.....	49
Figura 27 – Borra de tinta.....	49
Figura 28 – “ <i>Pull off test</i> ”.....	50

Figura 29 – Prensa hidráulica 100t.....	50
Figura 30 – Pesagem da areia fina.....	51
Figura 31 – Pesagem do cimento.....	51
Figura 32 – Pesagem do resíduo de tinta em pó.....	51
Figura 33 – Despejo dos materiais.....	52
Figura 34 – Mistura dos materiais.....	52
Figura 35 – Adição de água.....	53
Figura 36 – Mistura com adição de água.....	53
Figura 37 – Argamassa pronta.....	53
Figura 38 – Argamassa nos moldes.....	54
Figura 39 – Corpos de prova.....	54
Figura 40 – Pesagem dos corpos de prova seco.....	55
Figura 41 – Corpos de prova submerso na água.....	55
Figura 42 – Pesagem dos corpos de prova saturados.....	56
Figura 43 – Corpos de prova após rompimento.....	57
Figura 44 – Placa antes da tração.....	58
Figura 45 – Placa depois da tração.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ganho anual com a reciclagem da borra.....	42
Tabela 2 – Características da tinta reciclada (1) e não recicladas de cores preta (2) e branca (3)	44
Tabela 3 – Espessura de camada para os corpos de prova de aço comum pintados com tinta reciclada e não recicladas.....	45
Tabela 4 – Análise econômica.....	46
Tabela 5 – Traço da argamassa com adição do resíduo.....	47
Tabela 6 – Resultados do ensaio de absorção de água com adição de 10% do resíduo.....	59
Tabela 7 – Resultados do ensaio de absorção de água com adição de 30% do resíduo.....	60
Tabela 8 – Resultados do ensaio de resistência à compressão (10% de resíduo)...	60
Tabela 9 – Resultados do ensaio de resistência à compressão (30% de resíduo)...	61
Tabela 10 – Resultados do ensaio de tração com adição de 10% de resíduo.....	62
Tabela 11 – Resultados do ensaio de tração com adição de 30% de resíduo.....	62
Tabela 12 – Estimativa de preços do cimento.....	63
Tabela 13 – Comparativo dos valores da argamassa sem adição e com adição de 10% de resíduo tinta.....	64
Tabela 14 – Comparativo dos valores da argamassa sem adição e com adição de 30% de resíduo tinta.....	64

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Porcentagem de absorção de água.....	52
Equação 2 – Tensão.....	53
Equação 3 – Área.....	53
Equação 4 – Tensão de aderência.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	18
3. JUSTIFICATIVA	19
4. METODOLOGIA	20
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
5.1 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	21
5.1.1 Utilização e funções da argamassa de revestimento.....	21
5.1.2 Materiais constituintes da argamassa	23
5.1.3 Propriedades das argamassas	25
5.2 TINTAS.....	27
5.2.1 Histórico	27
5.2.2 Definição	29
5.2.3 Fabricação	29
5.3 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD).....	30
5.4 GESTÃO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO.....	33
5.5 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS PARA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA	34
5.5.1 Resíduo de Tinta.....	36
5.5.1.1 Análise do poder energético da borra de tinta.....	36
5.5.1.2 Processo de recuperação e reciclagem de borra de tinta.....	37
5.5.1.3 Avaliação de aproveitamento de borra de tinta.....	43
6. ESTUDO DE CASO	47
6.1 DESCRIÇÃO GERAL	47
6.2 UTENSÍLIOS, MATERIAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	47
6.3 ETAPAS	50

6.3.1	Etapa 1: Preparo da argamassa e confecção dos corpos de prova	50
6.3.2	Etapa 2: Ensaio de absorção de água.....	55
6.3.3	Etapa 3: Ensaio de resistência à compressão.....	56
6.3.4	Etapa 4: Ensaio de resistência a tração (<i>pull off test</i>)	57
7.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
7.1	ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA	59
7.2	ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO.....	60
7.3	ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (“PULL OFF TEST”	62
7.4	VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA COM A UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE TINTA	63
7.4.1	Comparativo de custos: Argamassa sem resíduo VS Argamassa com resíduo de tinta substituindo parcialmente o cimento VS Argamassa com resíduo de tinta substituindo parcialmente a areia fina.	63
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS	66

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade e o meio ambiente vêm a cada dia ganhando seu espaço nas legislações dos países, devido as grandes quantidades de resíduos que são gerados em todo o mundo, principalmente aqueles oriundos da indústria da construção. Para qualquer país não há crescimento, sem que a indústria da construção o acompanhe. Entretanto este crescimento gera grandes impactos ambientais, desde a extração de recursos provenientes da natureza para a produção de insumos, quanto a geração de resíduos, que possam vir a ser dispostos incorretamente no meio ambiente.

De acordo com Miranda (2000), a construção civil em qualquer parte da sociedade, é o setor responsável pelo maior consumo de recursos naturais, com estimativas de recursos extraídos que variam entre 15% e 50%, além de seus produtos serem grandes consumidores de energia.

Segundo Pinto (1999), no Brasil, o setor da construção civil, é responsável pela geração de cerca de metade da massa total dos resíduos sólidos urbanos. A falta de locais adequados e pelo alto custo de descarte desses resíduos, desperta o interesse das empresas em promover e patrocinar pesquisas de reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

Souza (2009), relata que há uma demanda elevada e crescente por pintura em diversos setores industriais, contribuindo para o aumento de resíduos de tinta, que são provenientes principalmente dos precisos de pinturas industrial e de vasilhames de gás, que são geralmente descartados, entretanto atualmente é possível reaproveitar esses resíduos.

Dessa forma a destinação adequada destes resíduos se tornou uma tarefa que vem sendo explorada cada vez mais. A utilização (reciclagem) de resíduos de borra de tinta na composição de argamassas pode se tornar uma solução economicamente e tecnicamente viável. Estudos sobre esta utilização de resíduos vem desenvolvendo-se continuamente, determinando suas possibilidades e viabilidade econômica que, predominantemente, são baseadas em estudos laboratoriais. O termo reciclagem é utilizado para designar o reaproveitamento de materiais para produção de novas matérias primas (COSTA, 2016).

Sendo assim, levando em consideração o cenário da indústria da construção, que cresce a cada dia, viu-se a oportunidade de estudar o comportamento e a

viabilidade da elaboração de um material já existente modificando sua composição através da adição de um resíduo que seria descartado, podendo assim impactar benéficamente no ramo da construção civil.

Portanto este trabalho tem como tema principal a utilização de resíduos de tinta no preparo de argamassa para reboco interno e externo, com substituição parcial do cimento por borra de tinta, essa substituição será de 10% e 30 % do substrato. As análises serão feitas através dos ensaios de resistência de aderência à tração (*"pull off test"*), de absorção de água e o de resistência à compressão, com isso busca-se obter resultados favoráveis que possam contribuir para a diminuição da quantidade de cimento utilizado na composição da argamassa de reboco, conseqüentemente diminuindo o custo de produção, e se busca também ter o aproveitamento do resíduo de tinta que seria descartado.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho em questão, tem como objetivo amplo o de revisão bibliográfica sobre a utilização de resíduos na construção civil, tendo como foco a utilização de resíduo de borra de tinta na substituição parcial do cimento utilizado em argamassas de reboco interno e externo.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Obter uma argamassa de reboco com custo inferior a convencional ao utilizar o resíduo de borra de tinta;
- Analisar a resistência de aderência à tração, através do ensaio de aderência (*pull off test*);
- Analisar o comportamento de absorção de água;
- Verificar o comportamento da resistência à compressão.

3. JUSTIFICATIVA

O mundo se volta a questão da sustentabilidade e preocupação com o meio ambiente, entre tantos projetos sustentáveis, leva-se como base a regra dos Três R's (erres): reciclar, reaproveitar e reutilizar.

Sendo a construção civil uma das maiores industriais geradoras de resíduos que podem ser descartados incorretamente na natureza, ela também se volta ao conceito de sustentabilidade ambiental com a questão de aproveitamento de resíduos.

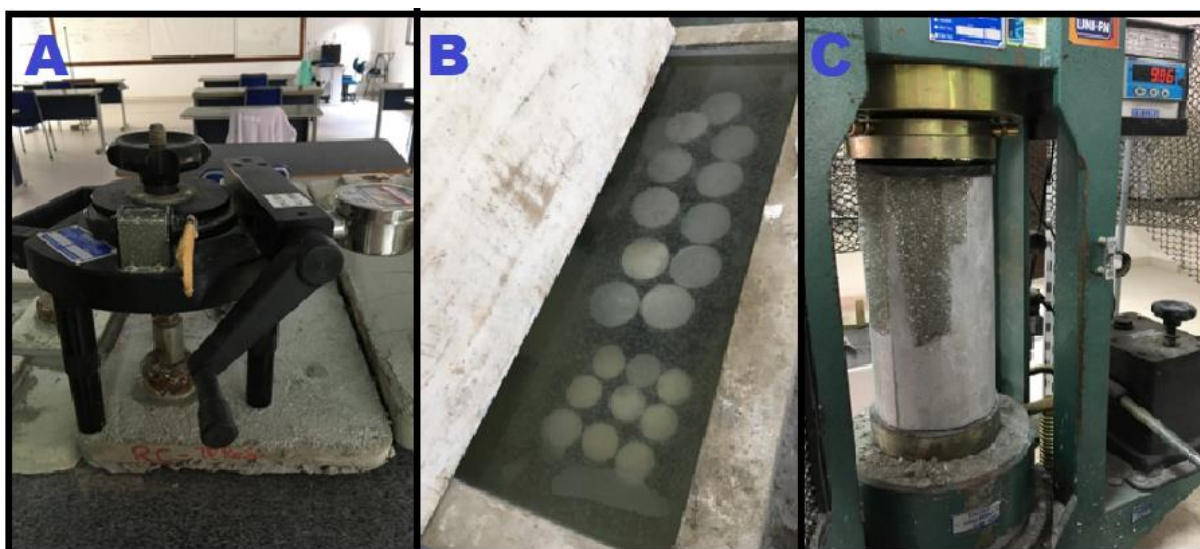
Dessa forma o presente trabalho busca a utilização de resíduos de borra de tinta como substituição parcial do cimento na composição da argamassa de reboco, assim diminuindo ou extinguindo o descarte incorreto desse resíduo, contribuindo assim com a sustentabilidade e o meio ambiente. Também se busca com esse trabalho a obtenção de uma argamassa de reboco com custo inferior ao da argamassa convencional, ou seja, aquela que não tem o resíduo de tinta em sua composição.

4. METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho, foi feita uma revisão bibliográfica sobre a utilização de resíduos na construção civil e sobre argamassa de reboco.

Após as realizações das pesquisas, foi iniciado um estudo de caso, que foi feito pelo método de pesquisa descritiva, através de ensaios feitos em laboratório, sendo esses ensaios de resistência de aderência à tração por meio do “*pull off test*” (figura 1;A), feito em 02 (duas) placas cimentícias de dimensões 40,7 cm x 60,8 cm x 5 cm, com a argamassa de reboco aplicada, e também foram realizados os ensaios de absorção de água (figura 1;B) e o de resistência à compressão (figura 1;C), feitos em 30 (trinta) corpos de provas com dimensões 10 cm x 20 cm, feitos com a argamassa de reboco com adição da borra de tinta. A argamassa das placas e os corpos de provas foram produzidos através da mistura manual dos agregados e aglomerantes (cimento; areia fina; borra de tinta) e moldados com auxílio de moldes plásticos.

Figura 1 – Ensaios de “*Pull Off Test*”, Absorção e Compressão



Fonte: Silva, Maria Tereza (Adaptado pelo Autor, 2022).

Dessa forma após a realização dos ensaios, foi possível a obtenção dos resultados necessários para análise, e como isso foram feitas as tabelas comparativas utilizando o Microsoft Excel.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013), argamassa de revestimento é a 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.

Ao misturar o aglomerante com água se obtém uma pasta, que por si só não é utilizada, por ser economicamente inviável e por causa do efeito indesejado da retração. Entretanto ao misturar-se a pasta ao agregado miúdo, obtém-se uma argamassa, ver figura 2. As argamassas são assim constituídas por um material ativo, a pasta, e um material inerte, o agregado. O agregado ajuda na compensação da retração e torna a argamassa barata.

Figura 2 – Argamassa



Fonte: Autor (2022).

5.1.1 Utilização e funções da argamassa de revestimento

O campo de aplicação da argamassa na construção civil, é extenso, sendo ela utilizada desde o assentamento de alvenaria, até o revestimento interno e externo, além de regularização de pisos, e ainda assentamento e rejuntamento de

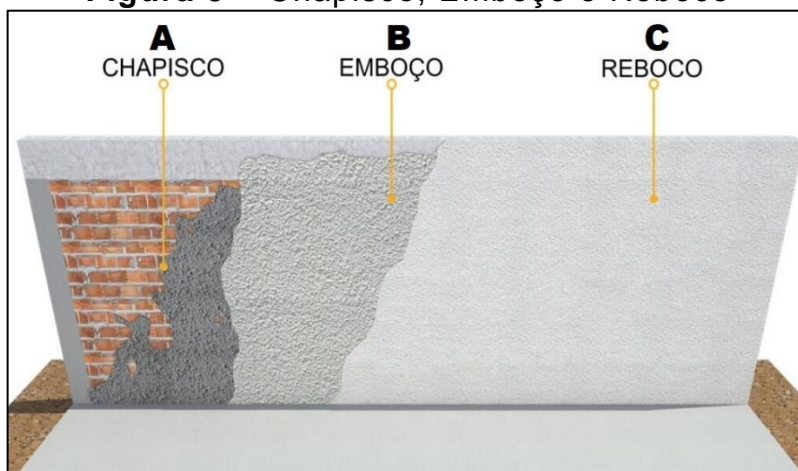
revestimentos de cerâmica e pedra, portanto sendo um material muito empregado na construção civil.

Por conseguinte, a argamassa de revestimento é geralmente utilizada na preparação de base de muros, paredes, estruturas, entre outros, preparando-os para receber os acabamentos, como por exemplo, a pintura, revestimento cerâmico e outros.

Segundo Carasek (2010), o revestimento argamassado pode ser constituído por várias camadas, tendo características e funções diferentes. Exemplos dessas funções são: a impermeabilização, regularização de superfícies, melhora na vedação, servindo com uma barreira para isolamento térmico e acústico, entre outros. Já as camadas de revestimento podem ser divididas como:

- **Chapisco:** considerado como uma camada base, aplicada de forma contínua ou descontínua, que serve para uniformizar a superfície quanto a absorção e melhorando a aderência para o revestimento seguinte. (Ver figura 3; A)
- **Emboço:** camada que apresenta espessura média de 15 mm a 25 mm, executada para cobertura da base, proporcionando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativos. (Ver figura 3; B)
- **Reboco:** consiste em uma camada de revestimento utilizada para cobertura do emboço, que tem no máximo 5 mm de espessura, proporcionando uma superfície onde não haja fissuras, para poder permitir receber o revestimento decorativo, como por exemplo a pintura, ou que seja considerado o próprio acabamento. (Ver figura 3; C).

Figura 3 – Chapisco, Emboço e Reboco



Fonte: Construindo casas. Disponível em: <<https://construindocasas.com.br/blog/construcao/chapisco-emboco-reboco>>. Acesso em: 14 mai. 2022.

- **Camada única:** é o revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, sobre a qual é aplicado uma camada decorativa, geralmente a pintura. Chamado popularmente de camada única ou reboco paulista, é atualmente a alternativa mais empregada no Brasil. Por ser uma única camada, ela deve agir com as mesmas funções do emboço e do reboco, proporcionando tanto a regulação da base, quanto o acabamento.
- **Revestimento decorativo monocapa (RDM):** Trata-se de um revestimento aplicado em uma única camada, que faz, simultaneamente, a função de regularização e decorativa, muito utilizado na Europa. A argamassa de RDM é um produto industrializado, ainda não normalizado no Brasil, com composição variável de acordo com o fabricante, contendo geralmente: cimento branco, cal hidratada, agregados de várias naturezas, pigmentos inorgânicos, fungicidas, além de vários aditivos como plastificante e retentor de água.

5.1.2 Materiais constituintes da argamassa

De acordo com o tipo de aplicação e desempenho desejados há uma variação no percentual de cada um dos aglomerantes, agregados, aditivos ou adições empregadas na composição da argamassa, podendo haver argamassas mistas, compostas de mais de um aglomerante, e argamassas com diversos tipos de agregados. Os principais tipos de materiais empregados são:

- **Cimento:** Segundo a NBR 16697 (ABNT, 2018), o cimento Portland é um material com aspecto de um pó fino que, em contato com a água, possui a propriedade de ser ativado procedendo ao processo de endurecimento. Se, por um lado, quanto maior a quantidade de cimento presente na mistura, maior é a retração, por outro, maior também será a aderência à base. O cimento tem como função principal a de garantir a resistência mecânica e aderência de revestimento.

De acordo com Carneiro (1993), cimentos da classe CP-40 não devem ser utilizados como revestimento, pois apresentam alta resistência mecânica e correm o risco de fissurar. Já os cimentos Portland, com menor resistência mecânica, proporcionam ao revestimento menor rigidez, o que faz com que este resista melhor às grandes deformações com considerável redução de fissuração, ficando assim como recomendação a utilização de cimentos Portland de CP-32 ou CP-25, por serem os de menor resistência mecânica fabricados no Brasil.

Ainda segundo Carneiro (1993), uma outra característica que deve ser levada em consideração no cimento utilizado em argamassa de revestimento é o tempo de início de pega (contado a partir do lançamento da água de amassamento até o começo da perda da plasticidade). Característica considerada importante para determinar o tempo de transporte e aplicações da argamassa.

- **Cal:** O Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) define a cal como um componente que permite ao revestimento obter diferentes propriedades, tais como plasticidade, compacidade no estado fresco e possibilidade de deformação com pouca fissuração quando endurecida. Consequentemente a cal proporciona a durabilidade e melhor estanqueidade, pela diminuição da rigidez e pela menos retração por secagem.

- **Agregado miúdo:** Segundo Carasek (2007), o agregado miúdo mais utilizado nas argamassas de revestimento é a areia natural, constituída essencialmente de quartzo e extraída de leitos de rios e “cavas”. De acordo com a NBR 7211 (ABNT, 2019), o agregado miúdo tem diâmetros variando entre 0,06 e 2,0 mm. O agregado miúdo tem função econômica e tecnológica na argamassa, contribuindo para otimizar as propriedades das argamassas, tais como a durabilidade, trabalhabilidade, textura final e resistência mecânica dos revestimentos, além de funcionar como “esqueleto sólido”, reduzindo os efeitos da retração plástica.

- **Aditivos e adições:** Os aditivos e adições servem para otimizar alguma característica específica da argamassa, como, por exemplo, a vermiculita expandida que diminui a massa específica da argamassa em regularizações, além de proporcionar maior isolamento térmico e acústico. E o retardador de pega que aumenta o tempo para transporte e aplicação da argamassa de revestimento. Existe ainda os aditivos incorporadores de ar, que é adicionado devido ao seu efeito plastificante, proporcionando maior trabalhabilidade à argamassa.

- **Água:** A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) define a água como o que confere continuidade à mistura, permitindo a ocorrência das reações entre os diversos componentes da argamassa, sobretudo as do cimento. Entretanto apesar da água melhorar a trabalhabilidade da mistura, ela não deve ter um teor maior do que o do traço pré-estabelecido, seja para argamassa dosada em obra ou na indústria. Não devem ser utilizadas águas contaminadas ou com excesso de sais solúveis. Em geral, a água que serve para o amassamento da argamassa é a mesma utilizada para o concreto e deve seguir a NBR NM 137.

5.1.3 Propriedades das argamassas

As propriedades das argamassas devem satisfazer as funções à qual se destinam, proporcionando qualidade e durabilidade aos revestimentos. As principais propriedades necessárias são: trabalhabilidade, retração, aderência, permeabilidade à água, resistência mecânica e capacidade de absorver deformações.

- **Trabalhabilidade:** De acordo com Carasek (2010), trabalhabilidade é propriedade das argamassas no estado fresco que determina a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, consolidadas e acabadas, em uma condição homogênea. Sendo assim a trabalhabilidade é uma propriedade resultante da conjunção de outras propriedades, como: consistência, plasticidade, retenção de água e de consistência, coesão, exsudação, densidade de massa e adesão inicial.

- **Retração:** A retração é um fenômeno que ocorre devido à variação de volume da pasta aglomerante, principalmente pela perda da água de amassamento, influenciando no desempenho das argamassas de revestimento, especialmente quanto à estanqueidade e à durabilidade. Parte da retração pode ocorrer devido às reações químicas de hidratação do cimento, mas a parte principal ocorre devido à secagem da água em excesso de sua composição, por isso também é chamada de retração por secagem ou plástica. Assim, quanto maior for a relação água/aglomerante, mais susceptível à retração será a pasta.

- **Aderência:** Segundo a NBR 13528 (ABNT, 2019), aderência é a propriedade do revestimento em resistir a tensões normais ou tangenciais atuantes na interface com o substrato. É uma das características principais das argamassas de revestimento, é ela que garante a união da argamassa com qualquer que seja a base de aplicação. No Brasil, a NBR 13749 (ABNT, 2013) exige que, para o revestimento externo de argamassa, o valor mínimo para resistência de aderência à tração seja de 0,30 MPa em idades superiores aos 28 dias. A propriedade de aderência é avaliada baseando-se na resistência de aderência à tração, conforme o ensaio designado pela NBR 13528 (ABNT, 2019), que determina a tensão máxima suportada por um corpo-de-prova de revestimento, quando submetido a um esforço normal de tração. A norma determina os seguintes procedimentos:

- A) **Condição de preparo:** Onde os corpos de prova podem ser preparados “*in situ*”, em revestimentos de construções acabadas, antigas ou recentes, ou

preparados em laboratório em revestimentos aplicados sobre painéis de alvenaria, componentes de alvenaria (blocos e tijolos), placas de concreto etc.

B) **Amostragem:** Deve-se definir a área de revestimento necessária ao número de corpos-de-prova (parte do revestimento de argamassa, de seção circular, com 50 mm de diâmetro, que é delimitada por corte) a ser ensaiados, ensaiando-se pelo menos seis corpos-de-prova, para cada situação, espaçados entre si e dos cantos ou quinas em, no mínimo, 50 mm.

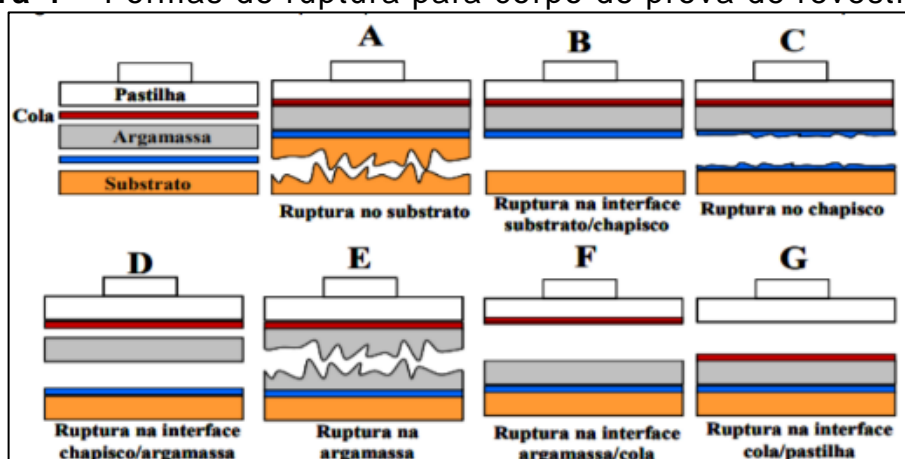
C) **Corte do revestimento:** O corte é feito antes da colagem da pastilha (placa metálica não deformável sob carga de ensaio, de seção circular, com 50 mm de diâmetro, com um dispositivo no centro para acoplamento do equipamento de tração).

D) **Colagem da pastilha:** Deve-se escovar a superfície do corpo de prova sobre a qual será colada a pastilha, para a remoção de partículas descartáveis.

E) **Ensaio:** Seleciona-se a taxa de carregamento, conforme tabela normatizada, em função da resistência de aderência à tração provável e de tal modo que o ensaio dure entre 10 s e 80 s. Acopla-se o equipamento de tração à pastilha e inicia-se a aplicação do esforço de tração, perpendicularmente ao corpo de prova, até a ruptura, anotando-se o valor da carga. Deve-se examinar e registrar a forma de ruptura, verificando a zona mais frágil do revestimento.

F) **Resultado:** A tensão de ruptura é determinada dividindo-se a carga de ruptura pela área da seção do corpo de prova. Os resultados dependem da forma de ruptura do corpo de prova, a tensão encontrada equivale a resistência à tração da seção de ruptura. (Ver figura 4).

Figura 4 – Formas de ruptura para corpo de prova de revestimento



Fonte: NBR 13528:2019 (ABNT, 2019, p. 9).

- **Permeabilidade à água:** A permeabilidade à água é uma propriedade dos revestimentos relacionada à base e ao próprio revestimento, que deve garantir proteção à base contra ação das chuvas, água de lavagem da edificação, vapores etc., além de servir de parâmetro para determinação da estanqueidade do sistema de vedação.
- **Resistência mecânica:** A resistência mecânica diz respeito à propriedade dos revestimentos de possuírem um estado de consolidação interna capaz de suportar esforços mecânicos das mais diversas origens e que se traduzem, em geral, por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento.
- **Capacidade de absorver deformações:** As argamassas de revestimento devem ter certa capacidade de absorver deformações sob a ação de tensões provenientes de carregamento, de variações térmicas ou da retração. Deformar-se sem ruptura ou por meio de fissuras não prejudiciais (microfissuras), são maneiras de evitar comprometimento de propriedades importantes para a argamassa como estanqueidade, aderência e durabilidade. A capacidade de absorver deformações de um revestimento dependem da espessura das camadas, do módulo de elasticidade e das juntas de dilatação.

5.2 TINTAS

5.2.1 Histórico

A tinta por um longo tempo foi uma arte passada de entre gerações, onde era utilizada apenas como aspecto estético, cuja produção era pequena e sigilosa, sendo adquirida apenas por famílias abonadas (Fazenda e Diniz, 2009).

Entre 8.000 e 5.800 a.C., no Egito Antigo, surgiu os primeiros pigmentos sintéticos cuja, consistência é uma mistura de óxido de cálcio, alumina, sílica, resíduos de soda e óxidos de cobre, conhecido como Azul do Egito, que é um antecessor dos vernizes atuais.

No Séc. XIX, houve o surgimento das indústrias de tintas, com isso a erudição de novos pigmentos, de uma vasta quantidade de agentes modificadores, de óleos secativos e de resinas celulósicas e sintéticas, gerou um avanço científico e tecnológico em grande escala na área de produção de tintas. Entretanto foi a partir do Séc. XX, que ocorreu seu impacto significativo, por causa da evolução da tecnologia

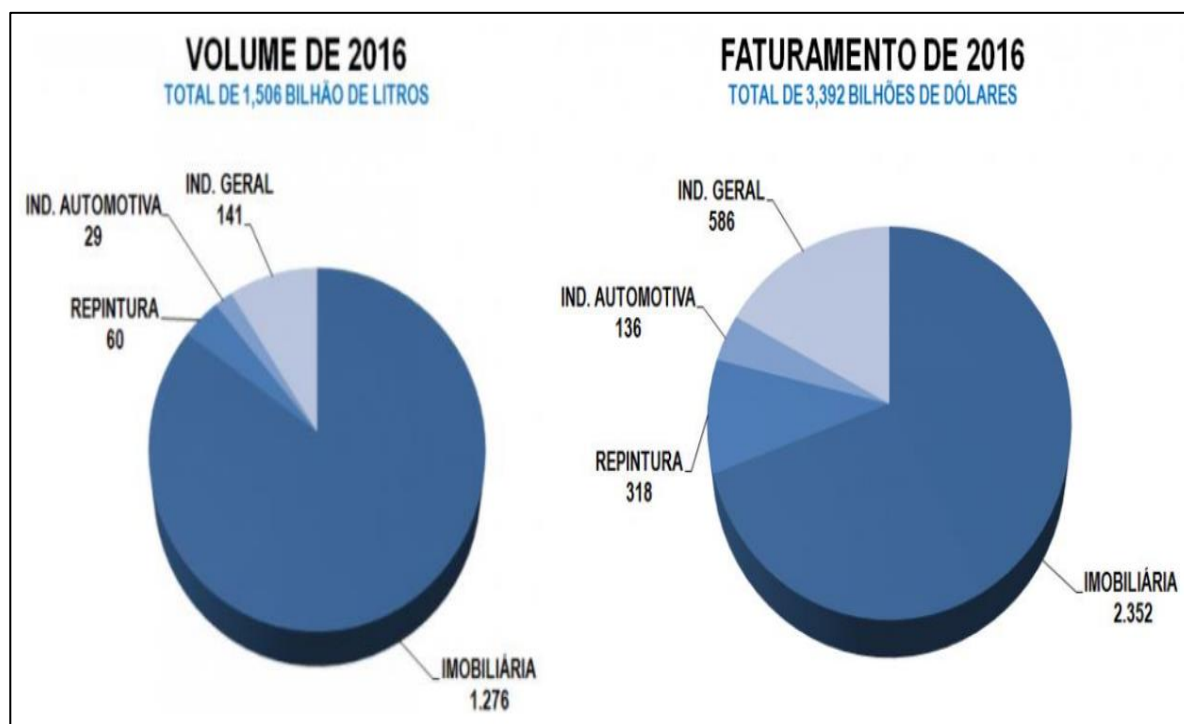
e da ciência em utilizar uma grande variedade de materiais efetivamente aplicados como componentes básicos da tinta.

Em virtude dessa evolução a função da tinta deixou de ter apenas a função estética, passando a ser utilizada em áreas de proteção da base, onde sua popularização iniciou-se na América do Norte e Europa pelos seus climas severos, de reflexão ou difusão da luz, identificação de tubulações, de sinalização e de segurança do trabalho (FAZENDA; DINIZ, 2009).

Conforme a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas - ABRAFATI (2016), o Brasil é considerado um dos seis maiores mercados mundiais no ramo de tinta, possuindo tecnologia de ponta e nível de competência técnica similar à dos centros de produção mais modernos. Fabrica-se no Brasil tintas para todo tipo de aplicações, onde os dez maiores fabricantes chegam a ser 75% das vendas totais com existência de centenas de fabricantes. No ano de 2016, o mercado de tintas brasileiro teve uma produção de cerca de 191,506 bilhões de litros de tinta, gerando assim um faturamento total de 3,392 bilhões de dólares.

Na figura 5 é apresentado por divisão de setores de aplicação, o volume em litros das tintas produzidas no ano de 2016, e exposto o faturamento líquido do setor de tinta no mesmo ano, em dólares.

Figura 5 – Produção e faturamento das vendas do setor de tintas no Brasil em 2016



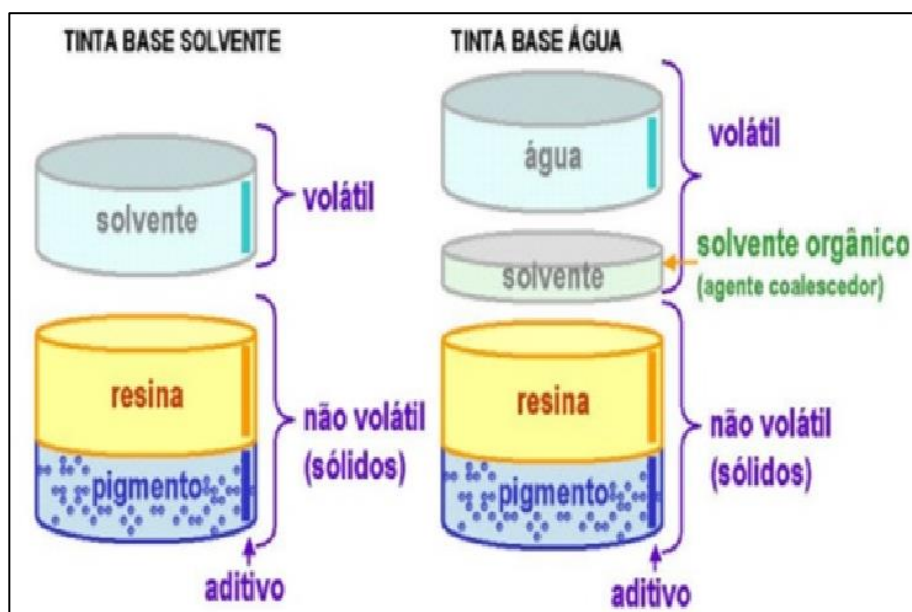
Fonte: ABRAFATI, 2016.

5.2.2 Definição

A tinta é um composto líquido que forma um filme que protege e embeleza as superfícies pintadas, sendo uma mistura cujos constituintes básicos são resina, solvente, pigmento e aditivo, embora nem sempre estão simultaneamente presentes (FAZENDA; DINIZ, 2009).

As tintas são classificadas em duas formas na construção civil, sendo à base de solvente e à base de água (Figura 6). A diferença entre dois tipos está na porção líquida, em que destilados de petróleo são utilizados na tinta à base de solvente e na tinta látex, é utilizado água e uma pequena porcentagem de VOC (UEMOTO, 2010).

Figura 6 – Composição da tinta



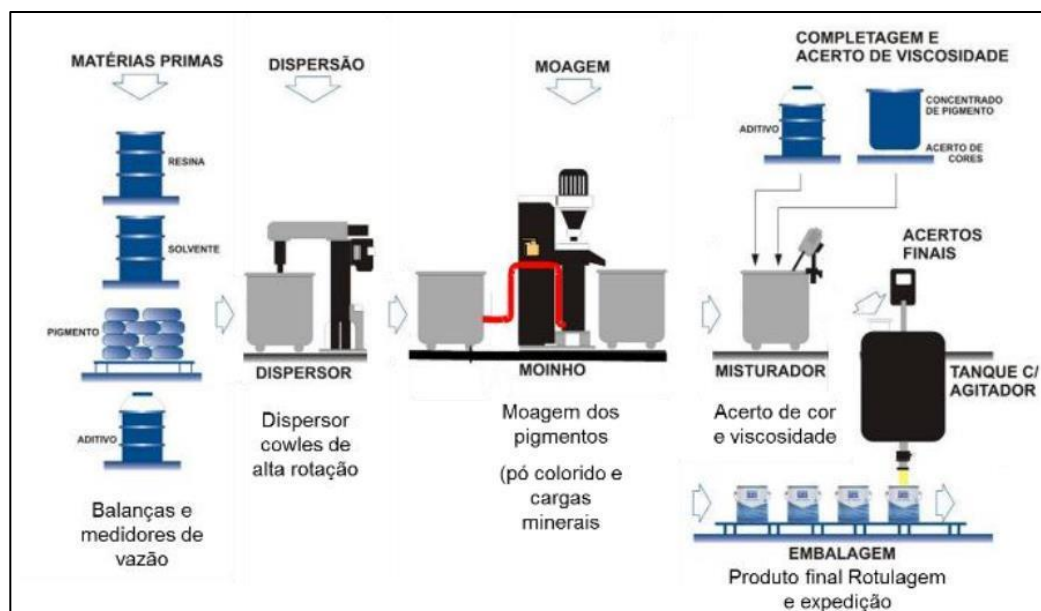
Fonte: HM Rubber. Disponível em: <<https://hmrubber.com.br/tipos-de-tintas-convencionais-ou-refletivas-qual-utilizar/>>. Acesso em: 17 mai. 2022.

5.2.3 Fabricação

O setor de fabricação de tintas, se utiliza de diversos tipos de matéria prima, para produzir uma elevada gama de produtos em função dos atributos desejados e da grande variedade de superfícies a serem aplicadas.

O processo de fabricação de tintas, podem ser caracterizadas por etapas, onde as etapas predominantes são: processos de mistura, dispersão, completagem, filtração e envase (Figura 7).

Figura 7 – Processo de fabricação de tinta



Fonte: KRÄNKEL, F. ([200-]).

5.3 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), denomina-se resíduo o conjunto de fragmentos resultante do desperdício de materiais na construção, reformas e demolição de estruturas de edificações, como prédios, pontes e casas. A resolução do CONAMA 275/2001 estabelece cores para resíduos na coleta seletiva, como mostra a figura 8.

Figura 8 – Cores para resíduos na coleta seletiva



Fonte: Clube casa da árvore. Disponível em: <<http://clubecasadaarvore.blogspot.com/2013/01/tipos-de-lixo.html>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

Os resíduos de obras de construções novas ou de demolições são definidos em vários estudos como RCC – resíduos da construção civil e RCD – resíduos de construção e demolição.

Segundo a Agenda 211, os resíduos da construção civil (RCC), são considerados como os maiores causadores de degradação ambiental. Tal fato é justificado tanto pelo volume gerado quanto pelo tratamento e disposição final inadequados. Os RCC podem representar 61% dos resíduos sólidos urbanos em massa (Pinto e González, 2005).

A Resolução Conama nº 307/2002 propõe a seguinte definição para RCC em seu Artigo:

Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (Brasil, 2002, Artigo 2º, inciso I).

Já o RCD, segundo a ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, é um segmento da reciclagem no Brasil ainda incipiente. A reciclagem deste resíduo é um mercado desenvolvido em muitos países da Europa, em grande parte pela escassez de recursos naturais que aqueles países têm.

Segundo Pinto (1999), o setor da construção civil, no Brasil, era responsável por 41% a 70% da massa total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Sob o mesmo ponto de vista Costa (2003), diz que as atividades de construção civil podem ser consideradas como as maiores geradoras de resíduos.

Também ainda segundo Pinto (1999), no Brasil a geração de RCD per capita é estimada pela mediana como 500 kg/hab.ano de algumas cidades. Considerando as devidas estimativas o montante brasileiro de resíduos gira na ordem de 90 x 10⁶ toneladas por ano, sendo que 95% destes resíduos são de interesse para a reciclagem, porém pouco é reaproveitado.

Ângulo, S.C. (2002), relata que historicamente, a indústria da construção civil não se preocupava com os custos e prejuízos causados pelo desperdício de materiais e destino dados aos resíduos produzidos nesta atividade. Sendo que a maioria desses resíduos eram depositados incorretamente na natureza, poluindo várzeas, rios e outros.

Deste modo a resolução nº307 do CONAMA estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. A Resolução nº 307 classifica os resíduos da construção da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (Brasil, 2002, Artigo 3º).

Já de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004) os resíduos provenientes de construção e demolição podem ser classificados em resíduos de uma Classe III – inertes. Isto se deve ao fato deste resíduo ser constituído por componentes minerais não poluentes e ser praticamente inerte quimicamente. Entretanto Lima (2005), ressalta que muitos casos, dependendo da origem, da composição ou da qualidade destes resíduos, podem apresentar altos níveis de contaminantes que podem inseri-los em outras classes.

5.4 GESTÃO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO

Com o surgimento da Resolução CONAMA nº 307/2002, passou a ser proibido o encaminhamento dos resíduos da construção civil para aterros sanitários comuns, pois eles contribuem diretamente para o esgotamento dessas áreas que são escassas. Os resíduos da construção civil devem ser dispostos em aterros construídos especificamente para Resíduos Sólidos da Construção Civil, de acordo com a NBR 15113 (ABNT, 2004). Sendo assim, aumentou a preocupação referente às deposições irregulares deste tipo de resíduo e a procura por outros meios de se destinar os resíduos produzidos.

A extração de matéria prima para produção dos materiais necessários na construção civil e sua produção causam grandes impactos negativos ao meio ambiente. Além disso, a indústria da construção civil - construção, manutenção, reforma e demolição - origina uma significativa massa de resíduos urbanos igualmente responsáveis por impactos ambientais e sanitários (SCHNEIDER, 2003).

A existência de muitos aterros clandestinos causadores de problemas públicos, se dá devido ao grande volume de entulho produzido e pela escassez de aterros urbanos (locais adequados para a disposição dos resíduos).

Em geral, para alcançar os objetivos da gestão de resíduos, é necessária a aplicação de técnicas de reutilização no próprio canteiro de obra. A reciclagem dos RCD é importante porque, além da preservação ambiental – ajudando na preservação de reservas de matéria prima, há também uma reutilização de grande parte do entulho, diminuindo a necessidade de novos aterros, trazendo uma preocupação a menos para a administração pública com o atual crescimento da construção civil. Entre os diversos materiais utilizados nas obras de construção civil passíveis de reutilização, a madeira

se destaca por apresentar um grande potencial de reaproveitamento. Além dela, também podem ser citados o tijolo e a argamassa.

Apesar das iniciativas de maior utilização da reciclagem na obra, existem algumas dualidades, dentre elas, é a falta de conhecimento das construtoras acerca das variações do agregado reciclado. Por isso, alguns defendem que esse processo seja feito por empresas especializadas e não no próprio canteiro, visto que o material é muito heterogêneo, dificultando uma dosagem correta. Outro problema é a ausência de espaço, como exemplo em uma demolição, o resíduo gerado ocupa muito espaço e não tem utilidade imediata, e sim em etapas mais adiante, a construtora se vê obrigada a descartar esse material por falta de local para estocá-lo.

5.5 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS PARA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA

Segundo Levy (1997), por mais avançadas que tenham sido as técnicas e métodos construtivos aplicados em algumas regiões do país e a prevalência de revestimentos internos à base de gesso no Brasil, os processos construtivos com revestimento para superfícies internas ou externas com argamassas de cimento Portland, cal, areia, saibro e outros aditivos e adições, ainda são predominantes no país. Na prática é fácil aperceber-se que, neste processo de construção, haverá sempre a geração de uma parcela de entulho e, por menor que seja, dificilmente poderá ser extinta.

Devido a necessidade urgente de encontrar uma utilização adequada para todo este volume de resíduos inorgânico gerado pelas atividades da construção civil, resolveu-se estudar como esses materiais interferem com as propriedades das argamassas, se produzidas com utilização de resíduos em sua composição.

As propriedades dos agregados reciclados podem variar muito por causa da composição dos resíduos aplicados, equipamentos utilizados, da distribuição granulométrica, da absorção fatores como a água. Estas propriedades são diferentes das dos agregados convencionais, que determinam algumas diferenças nas condições de aplicação e nas características de argamassas em que forem usados (NENO, 2010).

A apresentação de Levy (1995) no I Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, em 1995, foi sobre um estudo avaliando as propriedades de desempenho das argamassas produzidas com RCD, utilizadas para revestimento.

Estudo esse que determinou a contribuição dos vários componentes dos entulhos de obra nas características das argamassas, em estado fresco e endurecido.

Ainda de acordo com os estudos de Levy (1997), onde ele indica que as argamassas produzidas com adição de material reciclado há uma redução na ordem de 30% no consumo de cimento em relação aos resultados existentes na literatura para argamassas mistas equivalentes.

O trabalho desenvolvido por Pedrozo (2008), teve por objetivo o de avaliar a influência da substituição do agregado miúdo natural por agregado reciclado fino nas propriedades de concretos e argamassas. Nos ensaios foram produzidas argamassas com adição de diferentes teores de substituição do agregado miúdo natural (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) pelo agregado miúdo reciclado, considerando uma relação a/c constante de 0,66. A influência do agregado reciclado foi avaliada nas propriedades das argamassas no estado fresco (trabalhabilidade e massa específica) e no estado endurecido (resistência à tração na flexão, resistência à compressão e absorção capilar). Os resultados mostraram a influência da fração fina de RCD nos comportamentos no estado fresco dos concretos e argamassas, reduzindo sua trabalhabilidade, alterando a cinética de hidratação do cimento nos concretos e melhorando no controle da retração plástica. Não se verificou alterações consideráveis na resistência do concreto e da argamassa no estado endurecido com o processo de calcinação das partículas finas.

Neno (2010), observou através de suas pesquisas, que se substituir de 20% a 30% dos agregados convencionais por RCD, se obtém um resultado favorável ao desempenho, já ao ultrapassar esse limite, o desempenho não é satisfatório. O tipo de RCD utilizado podem influenciar nos resultados, no geral as argamassas com RCD de cerâmica tem melhor desempenho do que as com RCD de concreto.

As argamassas com reaproveitamento de resíduos podem ser compatíveis com as argamassas com dosagens padrão, desde que se observe a elaboração correta do traço. Dentre as vantagens, destacam-se a contribuição para a preservação do meio ambiente, pois é um método mais sustentável, reduzindo o entulho, entre outros, também a o benefício da redução de custos para as empresas, tanto para a retirada de entulho quanto para a aquisição de novos materiais. No entanto, estudos mais práticos são necessários para permitir viabilização dessas técnicas de reaproveitamento de resíduos por muitas empresas.

5.5.1 Resíduo de Tinta

Como já citado anteriormente o setor das construções e reformas de modo geral, geram diferentes tipos de resíduos para serem descartados, não somente esse setor, mais inúmeros outros são gerados de resíduos. Dos resíduos produzidos nessas atividades, os acabamentos em especial, são uma das partes com mais excessos de resíduos de todo processo, entre eles o resíduo borra de tinta.

As fábricas do ramo das tintas vêm evoluindo continuamente, e cada vez mais as tintas estão sendo aplicadas em inúmeras atividades, com novas tecnologias desenvolvidas nestes compostos, para que se tornem menos poluentes ao meio ambiente (DA SILVA, 2010). Um dos principais desafios das indústrias é a destinação adequada dos resíduos, que no decorrer dos anos, vem se agravando, principalmente pela disposição inadequada destes compostos perigosos no solo (ANGHINETTI, 2012). Esses lixos especificamente os resíduos de tintas ou borras de tintas são classificados como resíduo industrial perigoso, pois apresenta perigo ao meio ambiente e risco a saúde do homem tanto direto como indiretamente (VALPASSO, 2007).

A ideia principal da utilização de resíduo de tinta, com coprocessamento, permite que resíduos de diferentes geradores e de diferentes ramos das indústrias, sejam usados como alternativa de matéria-prima ou alternativa de combustível para a fabricação do cimento. Isso traz como benefício a retirada destes resíduos de acúmulos em aterros sanitários tornando um resíduo perigoso em um resíduo reaproveitado (BERNARDO; CARPIO; SILVA, 2010).

5.5.1.1 Análise do poder energético da borra de tinta

Um estudo feito por Barbosa (2015), utilizando borra de tinta, teve como objetivo avaliar o poder energético das amostras de borra tinta. Assim, foi realizado um estudo físico-químico em amostras de borras de tintas para avaliar a sua eficiência energética e os parâmetros para ser utilizado na técnica de coprocessamento em fornos na produção de cimento como alternativa para retirar e reaproveitar estes resíduos que certamente irá ajudar nos problemas atuais, como a destinação inadequada destes resíduos e a exaustão de recursos naturais não renováveis. Das amostras analisadas, 85% delas obtiveram valores aptos nos parâmetros de cinzas,

poder calorífico e íons cloretos e assim podendo ser utilizada na técnica de coprocessamento. Os resultados obtidos nas amostras de borra de tinta se mostraram satisfatórios para seu uso na técnica servindo como substituto de combustíveis fósseis usados nos fornos de cimento.

5.5.1.2 Processo de recuperação e reciclagem de borra de tinta

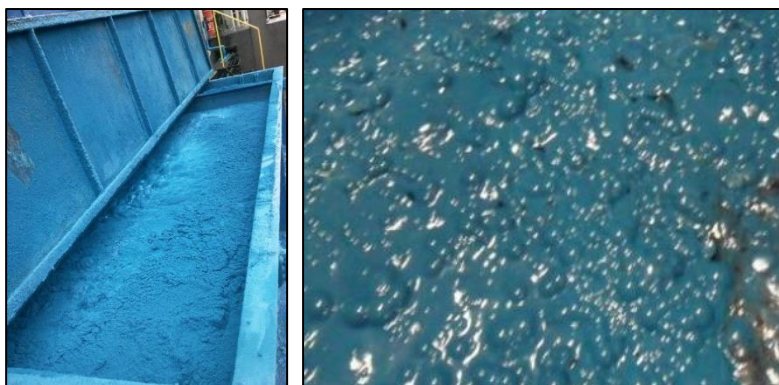
Um exemplo de reciclagem de resíduo de tinta é a pesquisa de Recuperação e reciclagem de borra de tinta do processo, publicada no Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013. Algumas empresas em parceria da Ultragaz, desenvolveram projetos onde a Ultragaz identificou a possibilidade de ser utilizada a “Borra” das tintas geradas pelo sistema de pintura da Ultragaz (GRUPO ULTRA S.A, 2003).

Algumas etapas foram necessárias para possibilitar a reciclagem da borra, e essas etapas serão descritas abaixo de acordo com o que está no arquivo do Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013, publicado por seus devidos autores referenciados:

A coleta do material é extremamente importante para o processo de reciclagem, pois a borra deverá ter preservadas algumas de suas características, muito importantes para obtenção de uma tinta viável para reutilização no sistema de pintura.

1. A coleta da borra deverá ser realizada pelo menos uma vez por dia, para obtenção de material menos ressecado possível;
2. O sobrenadante (borra sobre a água) deverá ser retirado através de uma tela ou concha perfurada de modo que apenas borra seja extraída, (Figura 9);

Figura 9 – Processo de reciclagem de tintas de vasilhames de gás em tanque



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

3. Apenas o sobrenadante deve ser utilizado e nunca resíduos provenientes de raspagens das paredes da cabine de pintura e varrições;
4. Não adicionar nenhum material à borra;
5. Acondicionar a borra em recipientes limpos;
6. Os recipientes deverão permanecer fechados de modo que a borra não resseque, (Figura 10);

Figura 10 – Recipientes com borra



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

7. Os recipientes deverão estar identificados para que não sejam confundidos com os recipientes dos resíduos descartados, (Figura 11).

Figura 11 – Recipientes com borra, devidamente identificados



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

Igualmente as etapas do processo industrial de reciclagem para produção de tinta, serão descritas a seguir:

1. **Verificação:** É verificada a condição da borra para decidir sobre a viabilidade técnica, (Figura 12);

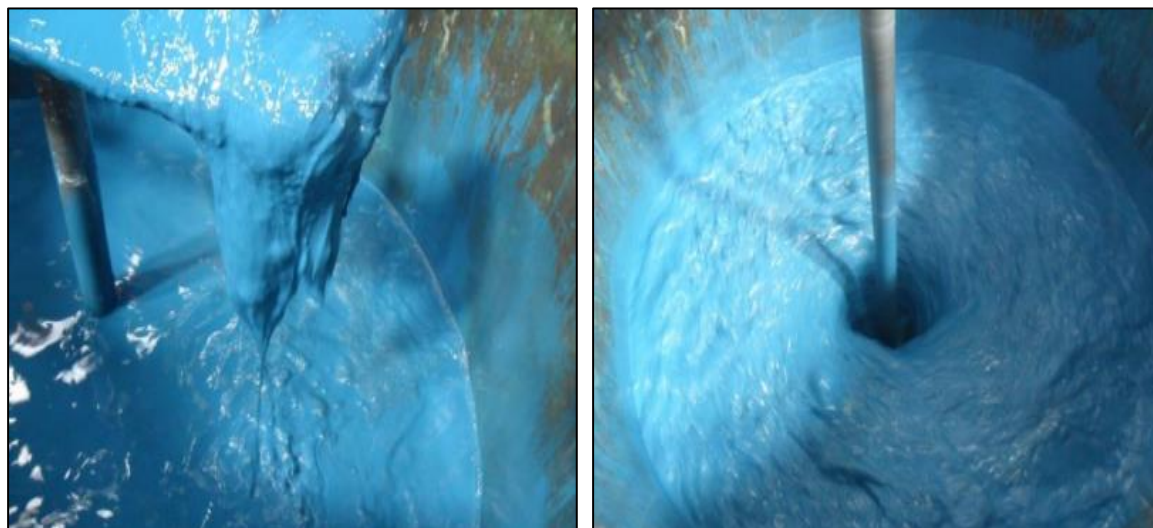
Figura 12 – Recipientes com borra, sendo verificados



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

2. **Descontaminação:** Feito o escoamento da água remanescente;
3. **Processamento:** Realizada adição e vigorosa homogeneização de resina, solventes e aditivo emulsificante na borra reciclável, obtendo um produto viscoso e homogêneo, (Figura 13);

Figura 13 – Processamento do material



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

4. **Moagem:** O material é moído para eliminação de aglomerados remanescentes, (Figura 14);

Figura 14 – Moagem do material



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

5. **Ajuste da viscosidade:** É adicionado um percentual de resina para obtenção da viscosidade necessária para utilização na linha de pintura, neste caso, são realizados testes para verificar a eficácia da tinta, (Figuras 15 e 16);

Figura 15 – Processo de ajuste de viscosidade



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

Figura 16 – Verificação da viscosidade



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

- 6. Enlatamento:** A tinta reciclada é filtrada e acondicionada para envio ao cliente, (Figura 17).

Figura 17 – Filtragem da tinta



Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

O desempenho do produto é satisfatório, na figura 18, pode-se se observar o comparativo entre a tinta tradicional e a reciclada.

Figura 18 – Pintura Tradicional x Pintura Reciclada

Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

Vale destacar que a tinta reciclada é utilizada no processo de pintura para vasilhames P-2, P-5, P-20 e P-45. E para cada tambor de borra captada são produzidos dois com tinta reciclada.

Dessa forma, além dos ganhos com sustentabilidade houve também ganhos financeiros, com a economia na compra de tinta, tradicional pela reciclada, diminuição de incineração e frete para resíduos destinados a incineração.

Os dados foram levantados nas bases de Barueri, Capuava e Paulínia no Estado de São Paulo e obteve o seguinte ganho anual, mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Ganho anual com a reciclagem da borra

Economia Anual	Volume Gerado		Economia com tinta	Economia com Incineração
	Local	Tambores		
	Barueri	24	R\$ 17.867,52	R\$ 2.923,20
	Capuava	72	R\$ 53.602,56	R\$ 8.618,40
	Paulinia	36	R\$ 26.801,28	R\$ 5.367,60
			R\$ 98.271,36	R\$ 16.909,20

Fonte: Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia – 2013.

5.5.1.3 Avaliação de aproveitamento de borra de tinta

Outro exemplo de reciclagem de borra de tinta é o estudo de “Avaliação do aproveitamento de borra de tinta gerada em sistemas de pintura de processo metalúrgico”, publicado em Florianópolis/SC no ano de 2014 no XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, pelos autores: B. BITTELBRUNN, B. L. B. PERINI e N. SELLIN.

As etapas e os procedimentos que foram necessários para a avaliação e a reciclagem da borra, e os resultados obtidos, serão descritos abaixo de acordo com o que está no artigo do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014, publicado por seus devidos autores referenciados.

ETAPAS E PROCEDIMENTOS:

1) Recuperação e caracterização da borra de tinta

Foram coletados 200 litros de borra de tinta à base de solvente (tolueno) proveniente da cabine de pintura de uma indústria metalúrgica. O processo de reciclagem foi realizado por uma indústria de reciclagem apropriada, onde essa indústria fez todo o processo físico e químico para a recuperação da borra de tinta, exemplos: misturas, moagem, adições e filtragens, entre outros.

2) Pintura dos corpos de prova metálicos

Os testes de pintura foram feitos preparando 14 (catorze) corpos de prova no total, em aço comum e compostos por 50% ferro cinzento e 50% ferro nodular. Os corpos de provas foram pintados e deixados para secar no ambiente por vinte minutos.

3) Caracterização dos corpos de prova

Para a caracterização dos corpos de prova foi feito os ensaios de:

Ciclagem térmica: Empregada para avaliar possíveis alterações da tinta quando submetidas a temperaturas elevadas.

Corrosão por exposição em névoa salina (salt spray): Teste realizado para verificar se houve migração da oxidação da peça metálica para a tinta.

Determinação da espessura de camada: Feito através de sonda do aparelho medidor onde foi posicionada sobre a superfície da amostra (sem camada) e a espessura de camada de tinta depositada foi medida. O teste foi realizado com a mesma amostragem do teste de corrosão.

Teste de aderência: Foi realizado empregando o método de corte em grade, para determinar o percentual de aderência das amostras.

RESULTADOS:

1) Características físicas e químicas da tinta reciclada e não recicladas

Tabela 2 – Características da tinta reciclada (1) e não recicladas de cores preta (2) e branca (3)

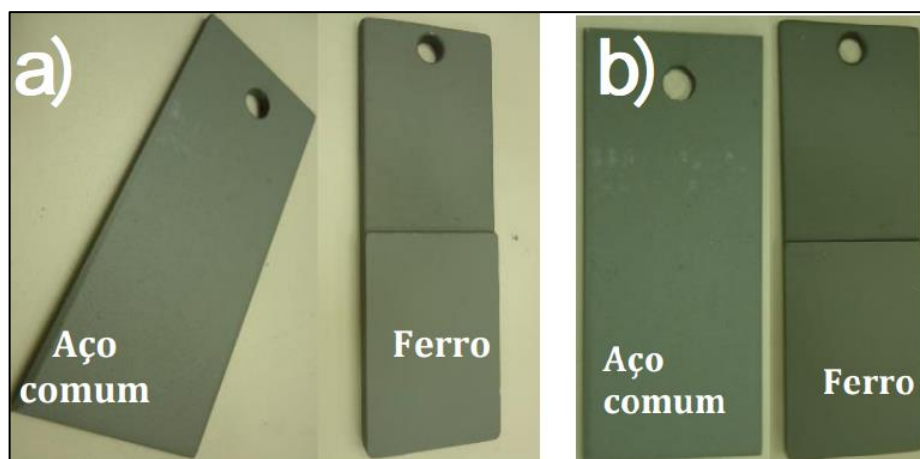
Parâmetro	1	2	3
Aspecto	Cremoso	Cremoso	Cremoso
Densidade picnômetro (g/cm ³)	1	1,14	0,99
Odor	Forte	Forte	Forte
Sólidos Suspensos (%)	81	100	100
Viscosidade (cSt)	152,34	159,89	156,73
Bário (mg/L)	42	35	56
Chumbo (mg/L)	0,152	Isento	0,1
Cobre (mg/L)	0,143	0,5	0,05
Cromo Total (mg/L)	0,016	0,001	0,01
Ferro Total (mg/L)	0,176	5	0
Manganês (mg/L)	94	114	78
Sódio (mg/L)	2.124	1.195	986
Zinco (mg/L)	7	15	5

Fonte: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014.

2) Ciclagem Térmica

Na figura 19 são apresentadas fotos de corpos de prova de aço comum e de 50% ferro nodular/50% ferro cinzento antes e depois do teste de ciclagem térmica. Não se constatou em nenhum dos corpos de prova testados, alterações na cor e aspecto da pintura, sendo as amostras aprovadas no teste.

Figura 19 – Corpos de prova em aço comum e ferro nodular/cinzento pintados com tinta reciclada (a) antes e (b) depois do teste de ciclagem térmica



Fonte: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014.

3) Resistência à corrosão

Todas as amostras dos corpos de prova testados foram aprovadas no teste de corrosão. Observa-se na figura 20 que houve oxidação somente no corte, nas laterais e no furo de suporte usado para o gancho no ensaio, os quais não foram pintados com a mesma intensidade. Os resultados indicam que não houve migração do processo oxidativo da peça para a tinta reciclada durante o ensaio.

Figura 20 – Corpos de prova em aço comum pintados com tinta reciclada antes e depois do teste de corrosão em névoa salina.



Fonte: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014.

4) Espessura de Camada

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados do teste de espessura de camada para os corpos de prova de aço comum pintados com tinta reciclada e não recicladas. Todas as amostras pintadas com tinta reciclada (com duas demãos e como tinta de fundo) apresentaram camada com espessura média de 57,8 μm , resultados esses próximos aos da tinta não reciclada de cor preta (de 60,2 μm).

Tabela 3 – Espessura de camada para os corpos de prova de aço comum pintados com tinta reciclada e não recicladas

Amostra	Espessura da camada (μm)
Tinta Reciclada 1	58,7
Tinta Reciclada 2	58,2
Tinta Reciclada 3	56,8
Tinta Reciclada/Não Reciclada	58,9
Tinta Branca Não reciclada	64,3
Tinta Preta Não Reciclada	60,2

Fonte: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014.

5) Aderência

Na figura 21 está apresentada foto do corpo de prova em aço comum pintado com tinta reciclada e submetido ao teste de aderência. A amostra foi classificada como 0 – Ótimo para um corpo de prova, pois não apresentou destacamento visível da película, e classificada como 1 – Bom para dois corpos de prova, devido ao teor de destacamento da película de tinta ter ficado em aproximadamente 5%.

Figura 21 – Corpo de prova em aço comum pintado com tinta reciclada após o teste de aderência



Fonte: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014.

6) Análise Econômica

Os resultados da análise econômica estão apresentados na Tabela 3. Tomou-se como base a geração média de 12 toneladas por mês de borra de tinta na indústria.

Tabela 4 – Análise econômica

Empresa	Custo (R\$) por tonelada
Aterro Industrial	375,00
Transporte para aterro	87,00
Empresa de reciclagem + transporte	300,00
Empresa	Custo (R\$) Anual
<i>Total Transporte + aterro industrial</i>	<i>66.528,00</i>
<i>Empresa de reciclagem + transporte</i>	<i>43.200,00</i>

Fonte: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – 2014.

6. ESTUDO DE CASO

A elaboração do estudo de caso se deu através dos ensaios realizados no laboratório de materiais do Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN).

6.1 DESCRIÇÃO GERAL

O estudo consiste na fabricação de argamassa para reboco com a utilização de resíduo de borra de tinta, em substituição parcial do cimento.

Os procedimentos se deram através da mistura do aglomerante (cimento), agregado miúdo (areia fina), água e a adição da borra de tinta, substituindo parcialmente a quantidade do cimento, para formar o substrato de argamassa com adição, e com isso confeccionar 30 (trinta) corpos de prova com dimensões de 10 cm x 20 cm e aplicar também sobre 02 (duas) placas cimentícias de dimensões 40,7 cm x 60,8 cm x 5 cm. Dessa forma foram realizados os ensaios de resistência de aderência à tração, de absorção de água e de resistência à compressão.

O traço convencional utilizado como base foi o de 1kg de cimento para 3kg de areia (1:3), com 0,7 do fator água cimento, sendo que a quantidade de cimento que foi substituída pela borra de tinta, foi de 10% e 30%, ficando assim 15 corpos de prova para cada porcentagem de substituição. Dessa forma o novo traço que foi o utilizado, ficou como exposto na Tabela 5.

Tabela 5 – Traço da argamassa com adição do resíduo

ADIÇÃO DO RESÍDUO DE TINTA	Cimento (kg)	Areia (kg)	Borra de tinta (kg)	Água (L)
10%	0,9	3	0,1	0,7
30%	0,7	3	0,3	0,7

Fonte: Autor (2022).

6.2 UTENSÍLIOS, MATERIAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para auxílio na realização do estudo prático, foi necessário a utilização de alguns utensílios, equipamentos e materiais, como: peneiras, balança de precisão, baldes, proveta, colher de pedreiro, enxada e pá, cimento, areia fina, borra de tinta em pó, prensa hidráulica 100t, e o “*Pull off test*”, que serão expostos pelas figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29, a seguir:

Figura 22 – Peneiras, balança, balde, proveta e colher de pedreiro



Fonte: Autor (2022).

Figura 23 – Pá e enxada



Fonte: Autor (2022).

Figura 24 – Moldes plásticos de copo de prova



Fonte: Autor (2022).

Figura 25 – Cimento CP II-F-32 RS



Fonte: Autor (2022).

Figura 26 – Areia fina



Fonte: Autor (2022).

Figura 27 – Borra de tinta



Fonte: Autor (2022).

Figura 28 – “Pull off test”

Fonte: Autor (2022).

Figura 29 – Prensa hidráulica 100t

Fonte: Autor (2022).

6.3 ETAPAS

O preparo dos corpos de prova, a aplicação do substrato nas placas e os ensaios de resistência de aderência à tração, de absorção de água e de resistência à compressão, foram feitos de igual modo para ambas as dosagens da argamassa com adição da borra de tinta, sendo elas a adição de 10% e 30%. Este subtópico em questão, detalha as etapas do estudo feito.

6.3.1 Etapa 1: Preparo da argamassa e confecção dos corpos de prova

1º Passo: O preparo da argamassa se deu através da separação e pesagem da areia fina, do cimento e do resíduo de tinta em pó, como mostra as figuras 30, 10 e 32.

Figura 30 – Pesagem da areia fina



Fonte: Autor (2022).

Figura 31 – Pesagem do cimento



Fonte: Autor (2022).

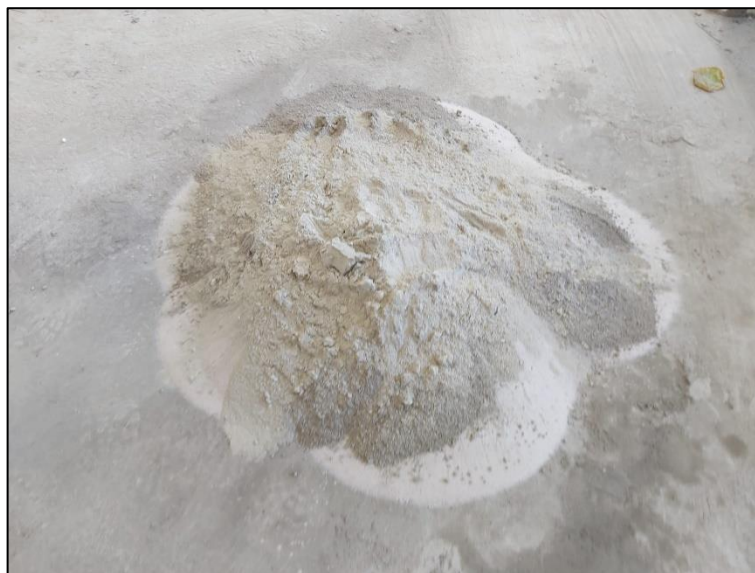
Figura 32 – Pesagem do resíduo de tinta em pó



Fonte: Autor (2022).

2º Passo: Os materiais foram despejados no chão do laboratório para que com auxílio das ferramentas fosse possível realizar a mistura manual do substrato, (Figura 33). Foi feita a mistura inicial dos materiais (Figura 34), em seguida foi feita a mistura constante com a adição da água na dosagem correta (Figura 35 e 36). E continuando o processo se obteve o substrato da argamassa (Figura 37).

Figura 33 – Despejo dos materiais



Fonte: Autor (2022).

Figura 34 – Mistura dos materiais



Fonte: Autor (2022).

Figura 35 – Adição de água



Fonte: Autor (2022).

Figura 36 – Mistura com adição de água



Fonte: Autor (2022).

Figura 37 – Argamassa pronta



Fonte: Autor (2022).

3º Passo: Com a argamassa pronta, foi confeccionado corpos de provas utilizando os moldes de plástico, e foi aplicado a mesma argamassa nas placas cimentícias (Figura 38).

Figura 38 – Argamassa nos moldes



Fonte: Autor (2022).

4º Passo: Depois de se passar 24 horas da confecção dos copos de prova, houve o desmolde e a identificação dos mesmos, (Figura 39).

Figura 39 – Corpos de prova



Fonte: Autor (2022).

6.3.2 Etapa 2: Ensaio de absorção de água

1º Passo: Logo após o desmolde, foi feita a pesagem dos corpos de prova seco, para se obter seu peso seco, como mostra a figura 40. Em seguida colocou-se os corpos de prova dentro do tanque de água, (Figura 41).

Figura 40 – Pesagem dos corpos de prova seco



Fonte: Autor (2022).

Figura 41 – Corpos de prova submerso na água



Fonte: Autor (2022).

2º Passo: Após 48 horas, os corpos de prova foram retirados do tanque de água e pesados novamente, para se obter seu peso saturado, (Figura 42), em seguida colocados novamente dentro do tanque com água.

Figura 42 – Pesagem dos corpos de prova saturados



Fonte: Autor (2022).

3º Passo: Foram feitos os cálculos de absorção de água, seguindo a NBR 9778 (ABNT, 2009), onde diz que a absorção de água não pode ultrapassar 10%. Foi utilizado a Equação 1 para cálculos.

Equação 1 – Porcentagem de absorção de água.

$$\frac{M_{sat} - M_s}{M_s} \times 100$$

Onde:

M_{sat} = Massa do corpo de prova saturado;

M_s = Massa do corpo de prova seco.

6.3.3 Etapa 3: Ensaio de resistência à compressão

1º Passo: Após os 28 dias de processo de cura dos corpos de provas, os mesmos foram tirados da água e colocados para secar naturalmente, e após foi realizado o ensaio de resistência à compressão, utilizando a prensa hidráulica de 100t com leitor digital. O ensaio foi feito seguindo a NBR 5739 (ABNT, 2018) da Associação

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Para os cálculos, foram utilizadas as Equações 2 e 3. O aspecto que ficaram os corpos de prova após o rompimento são mostrados pela figura 43.

Figura 43 – Corpos de prova após rompimento



Fonte: Autor (2022).

Equação 2 – Tensão.

$$\frac{F \times 1000}{A} \times 0,0980665$$

Equação 3 – Área.

$$\frac{\pi d^2}{4}$$

Onde:

F= Força de tensão;

A = Área do corpo de prova;

d= Diâmetro do corpo de prova.

6.3.4 Etapa 4: Ensaio de resistência à tração (“*pull off test*”)

1º Passo: O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado nas placas cimentícias com as argamassas aplicadas, depois das argamassas terem secado. O processo se deu com a colagem da pastilha metálica de 5 cm na placa, e

depois realizou-se o tracionamento da peça metálica, utilizando o aparelho de “pull off test”, como mostra nas figuras 44 e 45. O ensaio foi feito seguindo a NBR 13528 (ABNT, 2019), onde é estabelecido uma resistência aceitável de 0,3 MPa para ambientes externos e 0,2 MPa para ambientes internos. Para os cálculos, foi utilizada a Equação 4.

Equação 4 – Tensão de aderência.

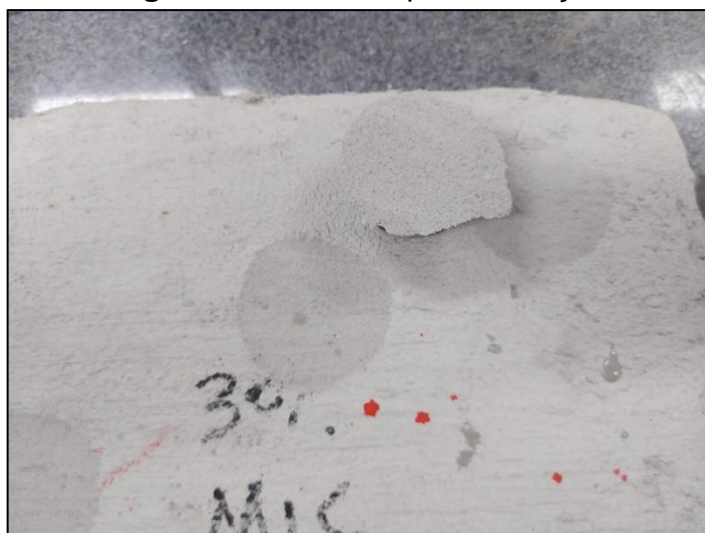
$$\frac{F}{A} \times 0,0980665$$

Figura 44 – Placa antes da tração



Fonte: Autor (2022).

Figura 45– Placa depois da tração



Fonte: Autor (2022).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O tópico em questão, apresentará os resultados obtidos após os ensaios de resistência de aderência à tração, de absorção de água e de resistência à compressão, para ambas as amostras de argamassa com a adição de 10% e 30% de borra de tinta.

7.1 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Para os cálculos de absorção foi utilizada a Equação 1, citada anteriormente. Após inserir os dados na planilha da Microsoft Excel, foram realizados os cálculos e com isso se obteve os resultados da porcentagem de absorção, expostos nas Tabelas 6 e 7. Com a análise dos resultados, foi possível verificar que todas as amostras ficam dentro do estabelecido pela NBR 9778 (ABNT, 2009), ou seja, abaixo dos 10% de absorção. Dessa forma comprova que a argamassa com adição de resíduo de tinta, tem uma baixa porosidade.

Tabela 6 – Resultados do ensaio de absorção de água com adição de 10% do resíduo

ENSAIOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA - 10% DE RESÍDUO DE TINTA				
IDENTIFICAÇÃO	PESO SECO(KG)	PESO SATURADO(KG)	% DE ABSORÇÃO	RESULTADO
CP 1	3,149	3,180	0,98	Aprovada
CP 2	3,091	3,131	1,29	Aprovada
CP 3	3,061	3,093	1,05	Aprovada
CP 4	3,052	3,083	1,02	Aprovada
CP 5	3,169	3,213	1,39	Aprovada
CP 6	3,203	3,219	0,50	Aprovada
CP 7	3,138	3,178	1,27	Aprovada
CP 8	3,197	3,242	1,41	Aprovada
CP 9	3,098	3,142	1,42	Aprovada
CP 10	3,091	3,123	1,04	Aprovada
CP 11	3,163	3,202	1,23	Aprovada
CP 12	3,143	3,195	1,65	Aprovada
CP 13	3,147	3,183	1,14	Aprovada
CP 14	3,085	3,135	1,62	Aprovada
CP 15	3,048	3,085	1,21	Aprovada
		MÉDIA	1,22	Aprovada
		DESVIO PADRÃO	0,29	

Fonte: Autor (2022).

Tabela 7 – Resultados do ensaio de absorção de água com adição de 30% do resíduo

ENSAIOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA - 30% DE RESÍDUO DE TINTA				
IDENTIFICAÇÃO	PESO SECO(KG)	PESO SATURADO(KG)	% DE ABSORÇÃO	RESULTADO
CP 1	3,108	3,167	1,90	Aprovada
CP 2	3,135	3,193	1,85	Aprovada
CP 3	3,093	3,146	1,71	Aprovada
CP 4	3,115	3,169	1,73	Aprovada
CP 5	3,138	3,195	1,82	Aprovada
CP 6	3,113	3,168	1,77	Aprovada
CP 7	3,071	3,120	1,60	Aprovada
CP 8	3,033	3,091	1,91	Aprovada
CP 9	3,133	3,189	1,79	Aprovada
CP 10	3,049	3,106	1,87	Aprovada
CP 11	3,025	3,086	2,02	Aprovada
CP 12	2,995	3,026	1,04	Aprovada
CP 13	3,122	3,173	1,63	Aprovada
CP 14	3,039	3,087	1,58	Aprovada
CP 15	3,000	3,047	1,57	Aprovada
		MÉDIA	1,72	Aprovada
		DESVIO PADRÃO	0,23	

Fonte: Autor (2022).

7.2 ENSAIO DE COMPRESSÃO

Tabela 8 – Resultados do ensaio de resistência à compressão (10% de resíduo)

ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DOS CP'S (10X20) - 10% DE RESÍDUO DE TINTA			
IDENTIFICAÇÃO	VALOR DA PRENSA	NBR 5739 - FÓRMULA	VALOR EM MPA
CP 1	4,53	57,68	5,66
CP 2	6,23	79,32	7,78
CP 3	6,52	83,02	8,14
CP 4	6,24	79,45	7,79
CP 5	6,59	83,91	8,23
CP 6	5,80	73,85	7,24
CP 7	5,74	73,08	7,17
CP 8	7,54	96,00	9,41
CP 9	7,07	90,02	8,83
CP 10	6,14	78,18	7,67
CP 11	5,42	69,01	6,77
CP 12	6,82	86,83	8,52
CP 13	6,35	80,85	7,93
CP 14	5,98	76,14	7,47
CP 15	7,62	97,02	9,51
		MÉDIA	7,87
		DESVIO PADRÃO	0,99

Fonte: Autor (2022).

Tabela 9 – Resultados do ensaio de resistência à compressão (30% de resíduo)

ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DOS CP'S (10X20) - 30% DE RESÍDUO DE TINTA			
IDENTIFICAÇÃO	VALOR DA PRENSA	NBR 5739 - FÓRMULA	VALOR EM MPA
CP 1	4,46	56,79	5,57
CP 2	4,74	60,35	5,92
CP 3	5,92	75,38	7,39
CP 4	5,14	65,44	6,42
CP 5	5,75	73,21	7,18
CP 6	5,30	67,48	6,62
CP 7	5,02	63,92	6,27
CP 8	5,20	66,21	6,49
CP 9	4,50	57,30	5,62
CP 10	5,51	70,16	6,88
CP 11	4,16	52,97	5,19
CP 12	3,99	50,80	4,98
CP 13	4,88	62,13	6,09
CP 14	5,86	74,61	7,32
CP 15	6,11	77,79	7,63
		MÉDIA	6,37
		DESVIO PADRÃO	0,82

Fonte: Autor (2022).

Utilizando a NBR 5739 (ABNT, 2018), foi feito o ensaio de compressão, e para os cálculos foram utilizadas as Equações 2 e 3, citadas anteriormente. Após inserir os dados na planilha do Microsoft Excel, realizou-se os cálculos e com isso se obteve os resultados da resistência à compressão, expostos acima pelas Tabelas 8 e 9.

Os resultados obtidos neste ensaio, foram satisfatórios, e apesar de não ser obrigatório o ensaio de resistência à compressão para argamassa, o mesmo foi feito para melhor compreensão, e também para que fosse comparado com os resultados obtidos por Abe (2022), em seu TCC, onde a mesma substituiu a areia fina pelo resíduo de tinta, nas mesmas quantidades de 10% e 30%, e assim obtendo resultados médios da resistência à compressão nos valores de 10,27 MPa para a adição de 10% de borra de tinta, e de 7,39 MPa para a adição de 30% de borra de tinta.

Ao comparar os resultados de resistência à compressão obtidos neste trabalho com os obtidos por Abe (2022), é possível perceber que a resistência à compressão deu menor onde houve a substituição do cimento pela borra, do que na substituição da areia fina. Isso se deu pelo fato de que o cimento é o responsável por promover a resistência à compressão da argamassa, e ao substituir parcialmente o cimento ao invés da areia, se teve uma pequena perda nessa resistência. Entretanto, ambos os resultados nesse ensaio são satisfatórios e consideráveis.

7.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (“PULL OFF TEST”)

Para os cálculos de tensão de aderência foi utilizada a Equação 4, citada anteriormente. Após inserir os dados na planilha da Microsoft Excel, foram realizados os cálculos e com isso se obteve os resultados das tenções de tração, expostos nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Resultados do ensaio de tração com adição de 10% de resíduo

ENSAIO DE TRAÇÃO (PULL OFF) - 10% DE RESÍDUO DE TINTA								
IDENTIFICAÇÃO	DIÂMETRO (cm)	Nº DE VOLTAS	ÁREA (cm ²)	VALOR ADERÍMETRO	VALOR em Kf/cm ²	VALOR em MPA	AMBIENTE INTERNO	AMBIENTE EXTERNO
PONTO - 1	5	12	19,63	232	11,82	1,16	APROVADO	APROVADO
PONTO - 2	5	7	19,63	72	3,67	0,36	APROVADO	APROVADO
PONTO - 3	5	10	19,63	131	6,67	0,65	APROVADO	APROVADO
MÉDIA					7,39	0,72	APROVADO	APROVADO
COEFICIENTE PARA MPA = 0,0980665 X (F/A)								

Fonte: Autor (2022).

Tabela 11 – Resultados do ensaio de tração com adição de 30% de resíduo

ENSAIO DE TRAÇÃO (PULL OFF) - 30% DE RESÍDUO DE TINTA								
IDENTIFICAÇÃO	DIÂMETRO (cm)	Nº DE VOLTAS	ÁREA (cm ²)	VALOR ADERÍMETRO	VALOR em Kf/cm ²	VALOR em MPA	AMBIENTE INTERNO	AMBIENTE EXTERNO
PONTO - 1	5	3	19,63	41	2,09	0,20	APROVADO	REPROVADO
PONTO - 2	5	2	19,63	37	1,88	0,18	REPROVADO	REPROVADO
PONTO - 3	5	4	19,63	57	2,90	0,28	APROVADO	REPROVADO
MÉDIA					2,29	0,22	APROVADO	REPROVADO
COEFICIENTE PARA MPA = 0,0980665 X (F/A)								

Fonte: Autor (2022).

Com a análise dos resultados, foi possível verificar que a argamassa com adição de 10% de borra de tinta, foi aprovada para aplicação em ambiente interno e externo, pois está acima dos valores de 0,2 MPa para ambiente interno e de 0,3 MPa para ambiente externo, de acordo com a NBR 13528 (ABNT, 2019). Já a argamassa com adição de 30% de borra de tinta, foi aprovada para aplicação em ambiente interno, pois ficou acima de 0,2 MPa, entretanto foi reprovada para aplicação em ambiente externo, pois ficou abaixo de 0,3 MPa, de acordo com a NBR 13528 (ABNT, 2019).

7.4 VIABILIDADE ECONÔMICA DA ARGAMASSA COM A UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE TINTA

O estudo da viabilidade econômica da utilização do resíduo de tinta em substituição parcial do cimento, tem como objetivo o de reduzir o custo por m³ (metro cúbico) da argamassa de reboco, pois como está havendo a substituição do cimento por um material (borra de tinta) sem custo inicial, conseqüentemente há uma redução no preço.

Foi levado como referência de preços e custos, as composições da tabela do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), através desse sistema foi possível obter o valor do Kg (quilo grama) do cimento, e analisar a viabilidade econômica. Os valores serão expostos a seguir pela Tabela 12.

Tabela 12 – Estimativa de preços do cimento

TABELA DE PREÇOS DO CIMENTO			
Amostra do Resíduo	valor do saco de cimento 50kg SEM Resíduo	valor do saco de cimento 50kg COM Resíduo	Economia por Saco
10%	R\$ 34,00	R\$ 30,60	R\$ 3,40
30%	R\$ 34,00	R\$ 23,80	R\$ 10,20

Fonte: Autor (2022).

7.4.1 Comparativo de custos: Argamassa sem resíduo VS Argamassa com resíduo de tinta substituindo parcialmente o cimento VS Argamassa com resíduo de tinta substituindo parcialmente a areia fina.

Para essa comparação, foi utilizada as composições da tabela do SINAPI para verificar o custo da argamassa sem resíduos. Foi utilizado os resultados obtidos neste trabalho, com relação a argamassa com resíduo em substituição parcial do cimento. Utilizando também o estudo de viabilidade econômica feita por Abe, A. K. L. B. (2022), em seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), onde houve a substituição parcial da areia fina pelo resíduo de tinta.

Os comparativos de custos, serão apresentados abaixo pelas Tabelas 13 e 14, levando em consideração a aplicação das argamassas em uma área de 10 m².

Tabela 13 - Comparativo dos valores da argamassa sem adição e com adição de 10% de resíduo tinta

VALOR DA ARGAMASSA SEM ADIÇÃO DE RESÍDUO				
MATERIAL	ÁREA (m ²)	QUANT. /m ²	CUSTO UNIT. (R\$)	VALOR (R\$)
CIMENTO (Kg)	10	9	0,68	61,20
AREIA (m ³)	10	0,03	90,00	27,00
			TOTAL =	88,20
VALOR DA ARGAMASSA COM SUBSTITUIÇÃO DE 10% DO CIMENTO POR RESÍDUO				
MATERIAL	ÁREA (m ²)	QUANT. /m ²	CUSTO UNIT. (R\$)	VALOR (R\$)
CIMENTO (Kg)	10	8,1	0,68	55,08
AREIA (m ³)	10	0,03	90,00	27,00
			TOTAL =	82,08
			ECONOMIA =	6,12
			PORCENTAGEM (%)	6,9%
VALOR DA ARGAMASSA COM SUBSTITUIÇÃO DE 10% DA AREIA POR RESÍDUO				
MATERIAL	ÁREA (m ²)	QUANT. /m ²	CUSTO UNIT. (R\$)	VALOR (R\$)
CIMENTO (Kg)	10	9	0,68	61,20
AREIA (m ³)	10	0,027	90,00	24,30
			TOTAL =	85,50
			ECONOMIA =	2,70
			PORCENTAGEM (%)	3,1%

Fonte: Autor (2022).

Tabela 14 - Comparativo dos valores da argamassa sem adição e com adição de 30% de resíduo tinta

VALOR DA ARGAMASSA SEM ADIÇÃO DE RESÍDUO				
MATERIAL	ÁREA (m ²)	QUANT./m ²	CUSTO UNIT. (R\$)	VALOR (R\$)
CIMENTO (Kg)	10	9	0,68	61,20
AREIA (m ³)	10	0,03	90,00	27,00
			TOTAL =	88,20
VALOR DA ARGAMASSA COM SUBSTITUIÇÃO DE 30% DO CIMENTO POR RESÍDUO				
MATERIAL	ÁREA (m ²)	QUANT./m ²	CUSTO UNIT. (R\$)	VALOR (R\$)
CIMENTO (Kg)	10	6,3	0,68	42,84
AREIA (m ³)	10	0,03	90,00	27,00
			TOTAL =	69,84
			ECONOMIA =	18,36
			PORCENTAGEM (%)	20,8%
VALOR DA ARGAMASSA COM SUBSTITUIÇÃO DE 30% DA AREIA POR RESÍDUO				
MATERIAL	ÁREA (m ²)	QUANT. /m ²	CUSTO UNIT. (R\$)	VALOR (R\$)
CIMENTO	10	9	0,68	61,20
AREIA	10	0,021	90,00	18,90
			TOTAL =	80,10
			ECONOMIA =	8,10
			PORCENTAGEM (%)	9,2%

Fonte: Autor (2022).

Foi possível observar através das tabelas, que ao substituir parcialmente o cimento pelo resíduo de tinta, se teve uma economia maior do que substituir na areia e em ambas as argamassas há uma economia com relação a argamassa convencional.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos de tintas (borra de tinta) reciclados, podem fazer parte da composição da argamassa de reboco, através da substituição parcial do aglomerante (cimento).

Através do trabalho em questão foi possível obter resultados satisfatórios sobre a utilização de resíduo de tinta na argamassa de reboco. Entretanto esses resultados aceitáveis dependem do local de aplicação, sendo eles aplicação em ambiente interno ou externo. Onde a argamassa com adição de 10% de resíduo, foi aprovada para uso tanto em ambientes internos como para externos, já a argamassa com adição de 30% de resíduo, foi aprovada somente para uso em ambientes internos, por seus valores de tensão de aderência ficarem em torno de 0,2 MPa, não chegando a 0,3 MPa para ambientes externos, como especifica as normas vigentes.

A viabilidade de custo da adição do resíduo de tinta em substituição parcial do cimento analisada, foi satisfatória, pois proporcionou uma maior economia, tanto com relação a comparação a argamassa convencional, quanto para a argamassa com adição de resíduo de tinta em substituição parcial do agregado miúdo (areia fina).

Dessa forma foi possível contribuir para a obtenção de uma argamassa e reboco com um custo inferior ao da argamassa convencional, diminuindo assim os gastos de uma construção. Contribuindo também para com o meio ambiente, pois ao utilizar a borra de tinta reciclada, é possível evitar o descarte incorreto desse resíduo, que poderia acarretar danos significados a natureza.

O estudo em questão, abre a possibilidades de novos estudos, podendo ser um desses estudos com relação a utilização de resíduo de tinta em substituição parcial do cimento e do agregado miúdo (areia fina) simultaneamente, podendo usar as porcentagens de 10% e 20% ou de 15% e 15%.

Portanto a realização do estudo em questão, foi de uma importância considerável para crescimento próprio. Com ele foi possível participar de várias etapas do processo de fabricação da argamassa, que abrange uma área de conhecimento ampla e diversificada, possibilitando a escolha de vários caminhos, absorvendo assim um ótimo conhecimento profissional, que de fato fará a diferença para a minha graduação em engenharia civil.

REFERÊNCIAS

A. C. CANEDO; F. B. BRANDÃO; F. L. PEIXOTO FILHO. **Reaproveitamento de resíduo de construção na produção de argamassa de revestimento**. 2011. 83f. Dissertação (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Goiás, Goiânia, 2011.

ABE, Ana Karolyne Lobo Bezerra. **Utilização de argamassa para reboco com adição de resíduo de tinta na substituição do agregado miúdo**. 2022. 50f. Dissertação (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN). Natal, 2022.

ANGHINETTI, I. **Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias**. Belo Horizonte: UFMG, 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

ÂNGULO, S. C., 2000. **Variabilidade de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados**. Dissertação de M. Sc., Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ASSEMBLÉIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21 Global**. Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável. ECO 92. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA CIMENTO PORTLAND. **Água**. Disponível em: <https://abcp.org.br/>. Acesso em: 21 mai. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13529**. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15113**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: aterros: diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16697**: Cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7211:** Agregados para concreto. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13749:** revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004:2004 -** Resíduos sólidos – Classificação - Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9778:** Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5739:** Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 137:** Argamassa e Concreto - Água para Amassamento e Cura de Argamassa e Concreto de Cimento Portland. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS. **Indicadores do mercado e Números do setor.** 2016. Disponível em: <<https://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). Disponível em: <<https://abrecon.org.br/reciclagem-de-entulho-residuos-da-construcao-e-demolicao-rcd/mercado/>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

BARBOSA, F. A. T. AVALIAÇÃO DO PODER ENERGÉTICO EM RESÍDUOS DE BORRA DE TINTA ENVIADOS PARA COPROCESSAMENTO EM UMA EMPRESA DE FARROUPILHA-RS. I **Congresso Internacional de Responsabilidade Socioambiental**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, p. 1-5, mai./2022.

BERNARDO, A. C. S. M.; CARPIO, R. C.; SILVA, R. J. **Otimização multi-objetivos da produção de cimento Portland com co-processamento e adição de mineralizadores**. SIMPÓSIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL – SMC, IX, 2010.

BITTELBRUNN, B.; SELLIN, B. L. B. P. E. N. AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE BORRA DE TINTA GERADA EM SISTEMAS DE PINTURA DE PROCESSO METALÚRGICO. **Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Santa Catarina, v. 1, n. 20, p. 1-8, out./2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0403-25667-170177.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.

BRAGA, Mikael Denner Oliveira. **Estudo do resíduo da indústria de tinta aplicado no concreto**. Dissertação (Graduação), Curso de engenharia Civil, UniEVANGELICA, Anápolis, GO, 82p. 2018.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **SciELO**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-12, jun./2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/8v5cGYtby3Xm3Snd6NjNdtQ/?lang=pt>. Acesso em: 21 mai. 2022.

BRITO, L. S.; CUNHA, M. E. T. Reaproveitamento de resíduos da indústria moveleira. UNOPAR Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 8, n. 1, p.23-26, 2009.

CARASEK, H. **Capítulo 26 – Argamassas**. In: **Materiais de construção civil: princípios de ciência e engenharia de materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010. Editor Chefe: Geraldo C. Isaia. 1.699 p.

CARASEK, H., 2007, “**Argamassas**”. In: Geraldo C. Isaia, **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**, 2a ed., cap. 28, IBRACON. CARNEIRO (1993).

CLUBE CASA DA ÁRVORE. **Tipos de lixo**. Disponível em: <http://clubecasaarvore.blogspot.com/2013/01/tipos-de-lixo.html>. Acesso em: 15 mai. 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA): **Resolução 275 de 25/04/2001**: Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA): **Resolução 307 de 05/07/2002**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Brasília, 2002, 5 p.

CONSTRUINDO CASAS. **Paredes: chapisco, emboço e reboco**. Disponível em: <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/chapisco-emboco-reboco/>. Acesso em: 14 mai. 2022.

COSTA, Célia Moreira. **O papel do design na transformação de desperdícios têxteis em matéria-prima**. 2016. 154f. Dissertação (mestrado) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Design Industrial e de Produtos, Faculdade de Belas Artes e Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.

COSTA, N. A. A. da. **A reciclagem do resíduo de construção e demolição: uma aplicação da Análise Multivariada**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2003.

DA SILVA, M. R. A.; DE OLIVEIRA, M. C.; NOGUEIRA R. F. P. **Estudo da aplicação do processo foto-fenton solar na degradação de efluentes de indústria de tintas**. Revista Eclética Química, v. 29, n. 2, p. 19-26, 2004. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/181/_arquivos/manual_de_residuos_solidos3003_18_2.pdf. Acesso em: 19 mai. 2022.

FAZENDA, J. M. R.; DINIZ, F. D. **Introdução, história e composição básica**. In: FAZENDA, J. M. R. (Ed.). Tintas – ciência e tecnologia. São Paulo: Editora Blucher, 2009. p.4-10.

GASPAR, Diogo Nascimento. Resíduos sólidos – **Tratamento de borra de tinta nas unidades industriais**. 2018. 34f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

HM RUBBER. **Tipos de tintas: convencionais ou refletivas, qual utilizar?** Disponível em: <https://hmrubber.com.br/tipos-de-tintas-convencionais-ou-refletivas-qual-utilizar/>. Acesso em: 17 mai. 2022.

KRÄNKEL, F. ([200-]). **Treinamento-Pintura Industrial com Tintas Líquidas**-. Guaramirim:Tintas WEG Ltda.

LEVY, S.M.; HELENE, P.R.L. **Reciclagem de entulhos na construção civil, a solução política e ecologicamente correta**. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1995, Brasil.

LEVY, S.M.; HELENE, P.R.L. **Vantagens e desvantagens de argamassas produzidas com entulho de obra, finamente moído.** 1997. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1997.

LIMA, F.S.N.S. **Aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de argamassas.** Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2005.

MIRANDA, L.F.R. **Estudos de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado.** 2000. 190 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia e Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

NENO, C.J.F. **Desempenho de argamassas com incorporação de agregados finos provenientes da trituração do betão: Integração de RCD.** 2010. 168 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

OJS/PKP. **AVALIAÇÃO DO PODER ENERGÉTICO EM RESÍDUOS DE BORRA DE TINTA ENVIADOS PARA COPROCESSAMENTO EM UMA EMPRESA DE FARROUPILHA-RS.** Disponível em:
<https://ojs.fsg.edu.br/index.php/rpsic/article/view/1531>. Acesso em: 21 mai. 2022.

OLIVEIRA, Bárbara Tannus. **Uso de resíduos de construção e demolição em argamassa para revestimento de alvenaria.** 2015. 68f. Monografia (Graduação) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ORSE. **Composição de preço e serviço.** Disponível em:
http://orse.cehop.se.gov.br/composicao.asp?font_sg_fonte=ORSE&serv_nr_codigo=3317&peri_nr_ano=2022&peri_nr_mes=3&peri_nr_ordem=1. Acesso em: 21 mai. 2022.

PEDROZO, R. F. E. **Influência da substituição do agregado miúdo natural por agregado reciclado fino em propriedades de argamassas e concretos.** 2008. 161. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

PEIXOTO, C. A. L. **Ajustes da cor de tintas no estado líquido.** 2016. 141f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGEM)), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

PINTO, T. P.; Gonzáles, J. L. R., **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. In: Manual de Orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios.

PINTO, T.P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia e Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

Prêmio GLP – **Inovação e Tecnologia, 2013**. Disponível em: <http://www.sindigas.org.br/novosite/wp-content/uploads/2017/10/RECUPERACAO_E_RECICLAGEM_DE_BORRA_DE_TINTA_DO_PROCESSO-MEIO_AMBIENTE.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2021.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 131 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SILVA, Maria Tereza de Lima. **Utilização de concreto e argamassa de reboco com adição de resíduo de porcelanato e de cerâmica**. 2022. 69f. Dissertação (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN). Natal, 2022.

UEMOTO, K. L.; IKEMATSU, P.; AGOPYAN N. V. Impacto ambiental das tintas imobiliárias. Coletânea Habitare, v.7. Construção e Meio Ambiente. Porto Alegre: Habitare, 2006.

UEMOTO, K. L. Pintura a base de cal. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: Associação dos Produtores de Cal, 1993.

VALPASSO, A. **Tratamento e destinação de resíduos sólidos em fábricas de tintas de Pernambuco**. Recife: UPE 2007. Monografia (Título de Especialista em Segurança do Trabalho) Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade de Pernambuco, 2007.