

Tintas Imobiliárias Sustentáveis baseadas em Rejeito de Barragem de Minério de Ferro

Sustainable paint for buildings based on Iron Ore Tailings from Tailings Dams

José Lucas Barros Galvão (1), Ana Carolina de Paula Matias (1), Keoma Defáveri do Carmo e Silva (2), Guilherme Jorge Brigolini Silva (3), Ricardo André Fiorotti Peixoto (3), Júlia Castro Mendes (2,4)

(1) Graduando(a), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia Civil.

(2) Doutorando(a), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia Civil.

(3) Professor D.Sc, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia Civil.

(4) Professora M.Sc. Faculdade Santa Rita (FaSaR) - Departamento de Engenharia Civil

Laboratório de Materiais de Construção Civil, Escola de Minas, Campus Morro do Cruzeiro. Ouro Preto, Brasil. CEP 35400-000. E-mail: jcmendes.eng@gmail.com

Resumo

De forma a minimizar impactos ambientais, sociais e econômicos provocados pela atividade mineradora, propõe-se o uso do rejeito de barragem de minério de ferro (RBMF) como pigmento e carga na produção de tintas imobiliárias. O rejeito é proveniente da atividade mineradora em Minas Gerais e, para este trabalho, foi utilizado no seu estado bruto, sujeito apenas a secagem e destorroamento. Além de RBMF e água, 4 tipos de resinas/aglutinantes foram testados: resina látex PVA (na forma de cola branca comum), resina acrílica, cal hidratada para pintura e cimento Portland tipo CPV. Os teores de ligantes variaram entre 0% e 50% sobre a massa de RBMF. Para a avaliação das misturas, foram utilizados 4 parâmetros principais: custo, homogeneidade de cor, resistência à abrasão e durabilidade à exposição externa, através da metodologia de diferença de cor ΔE (Delta-E). Os resultados foram comparados entre si e com tintas convencionais de marca reconhecida pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. As misturas geraram tintas com vários tons de vermelho, de fácil fabricação e aplicação com ferramentas tradicionais. As misturas em geral, especialmente as que utilizam resina látex PVA, mostraram-se alternativas promissoras para a adoção como alternativa sustentável e tecnologia social. Nota-se o amplo potencial de uso destas tintas pelas comunidades afetadas por barragens de rejeitos de minério de ferro em todo o Brasil.

Palavra-Chave: Tintas imobiliárias; Rejeito de Barragem de Minério de Ferro; Delta-E.

Abstract

In order to minimise the environmental, social and economic impacts caused by the mining activity, this work proposes the use of iron ore tailings from tailings dams (IOT) as pigment and load in the production paint for buildings. The waste originates from mining activity in the state of Minas Gerais. For this work, it was used in its raw state, subject only to drying and lump breaking. In addition to IOT and water, 4 types of binders were tested: PVA resin (in the form of ordinary white glue), acrylic resin, hydrated lime for painting and Portland cement type CPV. Binder contents ranged from 0% to 50% over the mass of IOT. For the evaluation of the mixtures, four main parameters were used: cost, colour homogeneity, abrasion resistance, and durability to external exposure, using the colour difference methodology ΔE (Delta-E). The results of binder evaluations were compared among themselves and with conventional paints of a brand recognized by the Brazilian Association of Paint Manufacturers. The paints generated presented various shades of red; and are easy to manufacture and to apply with traditional tools. In general, the blends with IOT, especially those using PVA resin, have proved to be promising alternatives as a sustainable alternative and social technology. It is noticeable the wide potential of use of these paints by communities affected by iron ore tailings dams throughout Brazil.

Keywords: Paints for Buildings; Iron Ore Tailings; Delta-E;

1 Introdução

À medida que a consciência ambiental da sociedade e os preços aumentam, profissionais e clientes procuram alternativas para os materiais de construção civil convencionais. Este cenário favorece a nova tendência para a reutilização de tecnologias locais, como a pintura com solo, comumente chamada de “barreado”. Esse tipo de revestimento consiste em aplicar solos argilosos diluídos em água sobre paredes construídas com terra (pau-a-pique e adobe), em geral em residências de baixo poder aquisitivo. No entanto, o barreado não possui boa aderência às superfícies revestidas com argamassas convencionais de cimento ou mistas, devido principalmente à redução da porosidade (CARDOSO, SANT’ANNA, *et al.*, 2016). Esse fator levou ao decaimento da prática.

Assim, após muito tempo em desuso, nos últimos anos essa prática evoluiu a partir de projetos de ação social, que atualmente adicionam resina poli acetato de vinila (PVA) à terra diluída em água, como forma de proporcionar aderência e durabilidade (CARVALHO, HONÓRIO, *et al.*, 2007). Em geral, os usuários consideram satisfatórios o desempenho dessas novas tintas de solo (CARDOSO, 2015). Este exemplo de arquitetura vernacular une as pessoas ao seu próprio ambiente, valorizando a cultura local e envolvendo a comunidade.

As tintas imobiliárias comerciais são geralmente compostas por resinas, pigmentos, cargas e solventes (BAUER, 2014). A resina serve para aglomerar as partículas de pigmentos e varia em desempenho e custo. Esse componente também denomina o tipo de tinta; assim temos, por exemplo, as tintas acrílicas, látex, epoxídicas, etc. O pigmento é um material sólido finamente dividido e insolúvel, utilizado para conferir cor e opacidade. A carga é um aditivo mineral adotado para opacificar e reduzir custos, enquanto os solventes são compostos líquidos voláteis (COVs), geralmente de baixo ponto de ebulição, utilizado para dissolver a resina. As tintas de solo, por sua vez, são compostas apenas por resinas (em geral PVA), pigmentos (argila local) e água. Elas não possuem, portanto, COVs utilizados como solventes. Esses COVs, responsáveis pela secagem rápida das tintas comerciais, são materiais altamente tóxicos, ligados por diversos estudos a ocorrências de asma e câncer (WALLACE *et al.*, 1987 e WIESLANDER *et al.*, 1996).

Assim, o presente trabalho propõe substituir o pigmento de solo por Rejeito de Barragem de Minério de Ferro (RBMF), originando a Tinta Sustentável. O potencial de uso de Tinta Sustentável por comunidades afetadas por barragens de rejeitos em todo o mundo é notável.

O RBMF é um material inerte, cristalino e fino que não apresenta características perigosas (BASTOS, SILVA, *et al.*, 2016) (FONTES, MENDES, *et al.*, 2016) (SANT’ANA FILHO, SILVA, *et al.*, 2017). Assim, é técnica e ambientalmente viável para ser utilizado como pigmento na produção das Tintas Sustentáveis. Misturado com um conteúdo apropriado de aglutinante e água, o RBMF se apresenta como uma alternativa barata e volumosa para renovar todos os tipos de edifícios. Com seus tons avermelhados, a Tinta Sustentável é também uma expressão ambiental altamente visível. Dessa forma, este



Anais do 59º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2017
Outubro-Novembro / 2017



@ 2017 - IBRACON - ISSN 2175-8182

novo produto busca atender às expectativas dos usuários, não só quanto aos aspectos econômicos e estéticos, mas também aos seus desejos de sustentabilidade, ideologia e expressão social.

Assim, o presente trabalho avalia a viabilidade técnica do uso de RBMF como pigmento na produção de uma tinta imobiliária de baixo impacto ambiental, a Tinta Sustentável. Além de RBMF e água, quatro tipos de ligantes foram investigados: resina PVA (proveniente de cola branca comum), resina acrílica, cal hidratada e cimento Portland de Alta Resistência Inicial. Os parâmetros para avaliação das misturas foram: custo, homogeneidade de cor, resistência à abrasão e durabilidade à exposição externa.

2 Metodologia

2.1 Materiais e Traços

Inicialmente, o Rejeito de Barragem de Minério de Ferro (RBMF) foi colocado em estufa a temperatura de 100°C por 24 horas. A seguir, foi destorroado e peneirado. Foi utilizada nesse trabalho a fração passante na peneira #100, de abertura 150µm.

Além do RBFM, proveniente de uma barragem no Quadrilátero Ferrífero do estado de Minas Gerais, e água potável da Universidade Federal de Ouro Preto, foram utilizados os seguintes ligantes:

- Cimento CPV-ARI da marca Nacional;
- Cal Hidratada para pintura, da marca Calex;
- Resina Acrílica Multiuso incolor, marca Acqua, da Hydronorth;
- Adesivo PVA (cola branca comum), da marca Cascola.

Para efeito de comparação, foram utilizadas duas tintas convencionais, de marca associada e em conformidade às normas da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI) (ABRAFATI, 2016). As tintas comerciais selecionadas foram: uma tinta acrílica premium fosca, denominada Comercial Acrílica; e uma tinta Látex PVA premium fosca, denominada Comercial PVA; ambas de cor avermelhada e à base de água. Foi utilizada a diluição recomendada pelo fabricante.

Em um primeiro momento, foram estabelecidos 14 traços com variados teores dos ligantes investigados, e 2 traços de tinta comercial. A Tabela 1 mostra os valores adotados.

Tabela 1 – Traços propostos

Id.	Ligantes	Água (g)	RBMF (g)	PVA (g)	Cal (g)	Cimento (g)	Resina Acrílica (g)	Teor de Ligantes (g)
1	PVA	400	400	100	0	0	0	25%
2		400	400	200	0	0	0	50%
3		300	400	100	0	0	0	25%
4		300	400	200	0	0	0	50%
5	Cal + PVA	400	400	100	100	0	0	50%
6		400	400	50	50	0	0	25%
7		500	400	50	50	0	0	25%
8		500	400	100	50	0	0	38%
9	Resina Acrílica	400	300	0	0	0	40	13%
10		400	400	0	0	0	40	10%
11		400	400	0	0	0	80	20%
12		400	400	0	0	0	100	25%
13	Cal	400	400	0	100	0	0	25%
14	Cimento	400	400	0	0	100	0	25%
15	Comercial PVA							
16	Comercial Acrílica							

2.2 Mistura

Os materiais foram pesados separadamente em balança de precisão de acordo com o traço de cada tinta e armazenados em recipientes limpos e secos até serem misturados. Para este fim, foi utilizado um misturador de lâminas Philips Walita RI7632.

O procedimento de mistura adotado em todos os traços foi: colocar 50% da quantidade de água no misturador com 100% da quantidade de RBMF e agitar por 30 segundos na velocidade lenta. Após esse tempo, coloca-se o ligante e o restante da água e novamente mistura-se na velocidade lenta por um período de 1 minuto e 30 segundos.

A tinta produzida foi colocada em um recipiente limpo e seco; livre de qualquer tipo de contaminação do ambiente externo. As placas foram pintadas dentro de 30 minutos da mistura.

Para a pintura, utilizou-se rolos convencionais de espuma de 10 cm. As placas, devidamente identificadas, foram pintadas com um suave movimento uniforme de ida e volta sem aplicação de força no sentido normal.

2.3 Seleção dos Traços

Imediatamente após a mistura, foi feita uma análise visual da textura, trabalhabilidade e incorporação de ar. Em seguida, os traços foram pintados em placas brancas rígidas de PVC de aproximadamente 20 x 10 cm e 3 mm de espessura. Essa etapa, mostrada na Figura 1, buscou avaliar todas as tintas sob um fundo branco padronizado e liso, simulando ainda uma situação não-favorável de pintura.

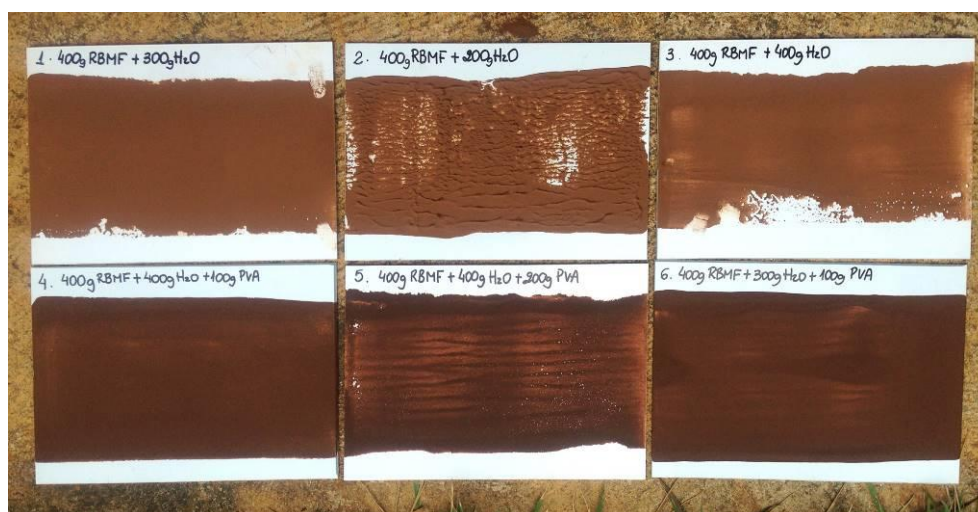


Figura 1 – Teste dos traços sobre placas de PVC

Os traços foram então avaliados sob três parâmetros: homogeneidade de cor; resistência à abrasão e custo dos materiais.

2.3.1 Homogeneidade da Cor

A homogeneidade da cor avalia o desempenho da mistura, bem como a qualidade da cobertura da tinta. Para avaliação desse parâmetro, utilizou-se o desvio padrão do histograma de cores de uma seção de aproximadamente 4 x 4 cm na placa de PVC. Quanto menor o desvio padrão, menor a variabilidade de cor na seção.

Esse ensaio foi feito 48h após a aplicação das tintas. O valor final foi calculado como a média do desvio padrão das cores vermelho, verde e azul, como mostra a Figura 2. Essa análise foi feita através do software de processamento de imagens Adobe Photoshop.

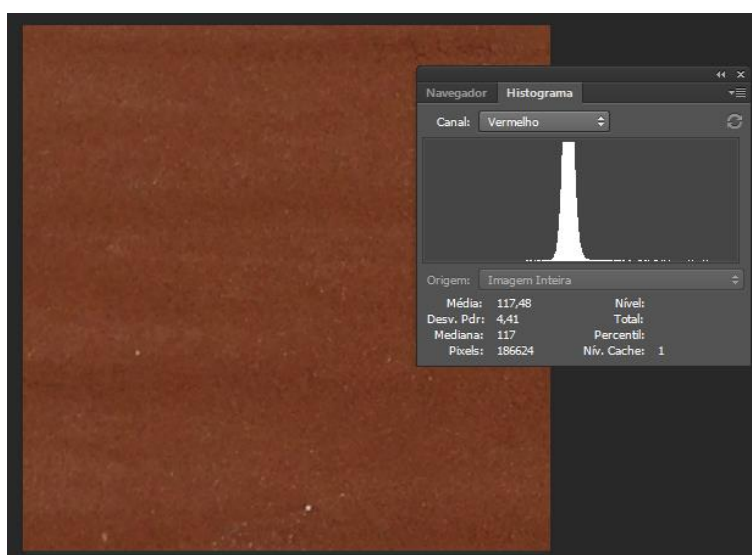


Figura 2a – Histograma da cor vermelha na imagem, traço 14, desvio padrão de 4,41.

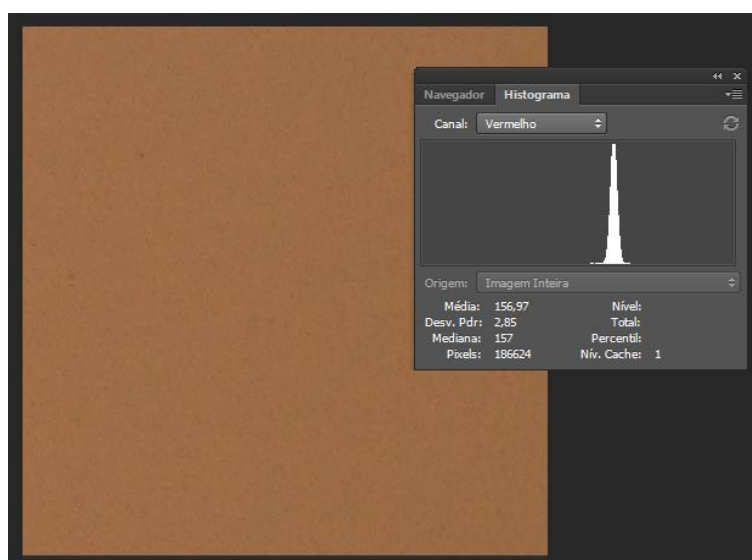


Figura 2b – Histograma da cor vermelha na imagem, traço 10, desvio padrão de 2,85

2.3.2 Resistência à abrasão

A resistência à abrasão das tintas foi adaptada da NBR 15078 (ABNT, 2004) para a placa de PVC de menores dimensões. Esse ensaio avaliou o número de ciclos ao qual a tinta resiste à passagem de uma escova de cerdas de nylon, com a adição de uma solução de água e detergente neutro a 0,1%. A escova possuía dimensões de aproximadamente 3 x 1 cm, e cada ciclo correspondia ao percurso de ida e volta sobre a placa sem imposição de força na direção normal. Ao abrir uma fenda de 15 cm de comprimento na placa, o número de ciclos de resistência era anotado.

Foram feitas 2 repetições para cada traço, após 7 dias da aplicação, e o valor da resistência à abrasão foi dado pela média dos resultados. A Figura 3 mostra um ensaio em andamento.

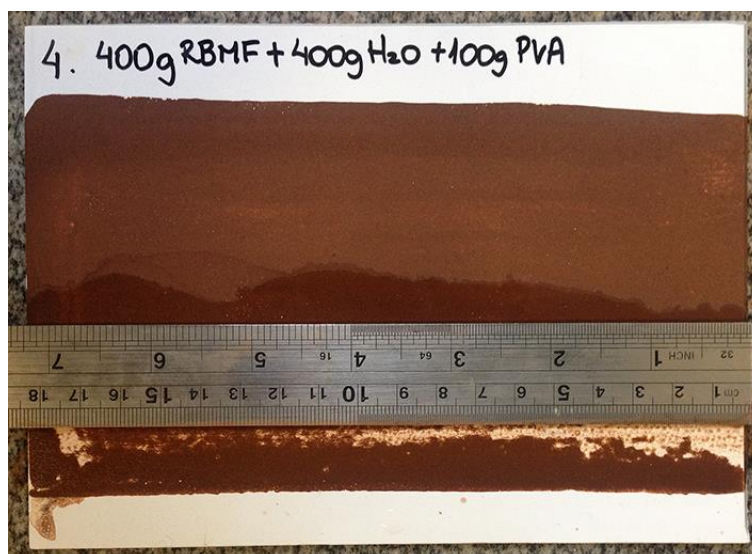


Figura 3 – Ensaio de resistência à abrasão em andamento

2.3.3 Custo dos materiais

Com base no custo dos materiais (mão-de-obra), mostrado na Tabela 2, foi calculado o custo por kg de tinta produzida. Os valores foram cotados para a região de Ouro Preto, MG, no mês de fevereiro de 2016. O custo do RBFM foi calculado com base no preço de frete por tonelada médio do país para até 100 km (GONÇALVES, FONTES, *et al.*, 2015).

Tabela 2 – Custos dos materiais

Ligante	Massa Líquida (kg)	Custo (R\$)	Custo/kg (R\$)
PVA	1,00	R\$ 23,64	R\$ 23,64
Cal	8,00	R\$ 8,00	R\$ 1,00
Cimento	40,00	R\$ 24,00	R\$ 0,60
Resina Acrílica	0,95	R\$ 16,80	R\$ 17,78
Comercial PVA	1,04	R\$ 19,00	R\$ 18,18
Comercial Acrílica	1,05	R\$ 20,00	R\$ 18,99

A partir destes três parâmetros, cinco traços com RBMF na superfície de PVC foram escolhidos para serem avaliados quanto à durabilidade. Buscou-se adotar traços com desempenho relativamente alto de resistência à abrasão e homogeneidade de cor, com custos relativamente baixos. Para estes traços, foram também avaliados os custos/m².

2.4 Durabilidade às Intempéries

O ensaio de durabilidade buscou avaliar a queda nas propriedades de cobrimento das tintas sujeitas à quando sujeitas às intempéries. Para este fim, cada traço pré-selecionado foi aplicado em duas demãos a duas placas de fibrocimento de 12 mm de espessura e área aproximada de 1200 cm², como mostra a Figura 4.

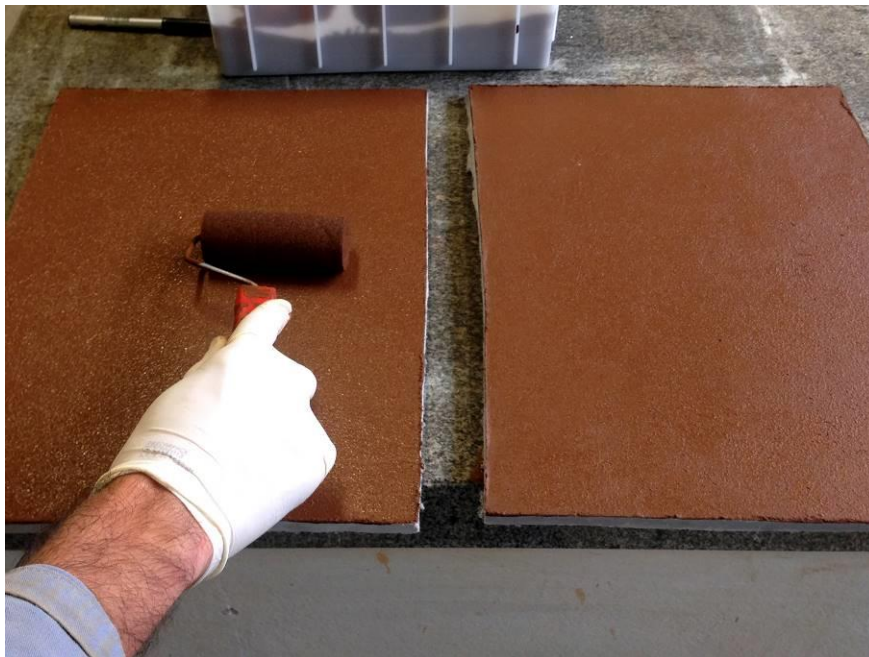


Figura 4 – Produção das placas para teste de durabilidade.

Uma das placas foi mantida em ambiente interno, protegida de luz e poeira; enquanto a outra foi mantida em ambiente externo, em posição aproximadamente vertical, sob um beiral de somente 10 cm, sujeita à sol, poeira, ventos, chuva e granizo. Após 6 meses nessas condições, avaliou-se a diferença de cor entre as placas internas e externas pelo método ΔE (ou Delta-E), como uma medida do decaimento do poder de cobertura.

O método ΔE consiste em se obter quantitativamente a diferença entre duas cores no sistema RGB. O RGB é um sistema de cores aditivas formado por Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue) da imagem, exemplificado na Figura 5. Sua principal finalidade é a reprodução de cores em dispositivos eletrônicos como monitores, retroprojetores, scanners e câmeras digitais, entre outros.

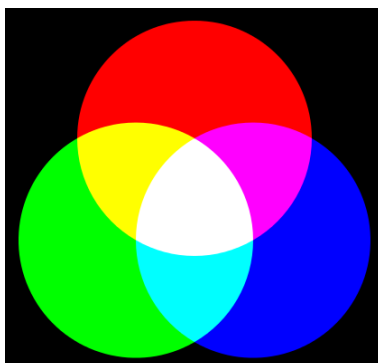


Figura 5 – Cores do sistema RGB. Fonte: domínio público

Uma cor no sistema RGB é descrita pela indicação da quantidade de vermelho, verde e azul que contém. Utiliza-se usualmente uma escala que vai de 0 a 255 para cada uma das três cores; cada uma pode variar entre o mínimo (preto) e máximo (branco). A Tabela 3 exemplifica algumas representações RGB.

Tabela 3 – Exemplos de representações numéricas no sistema RGB

COR	R	G	B
BRANCO	255	255	255
AZUL	0	0	255
VERMELHO	255	0	0
VERDE	0	255	0
AMARELO	255	255	0
MAGENTA	255	0	255
CIANO	0	255	255
PRETO	0	0	0

O ΔE é um valor compreendido entre 0 e 100 que representa a diferença de distância euclidiana entre os espectros Vermelho, Verde e Azul de um RGB. Esse é o método adotado pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE) pois melhor representa a percepção de cor humana. Um valor abaixo de 2 é considerado perceptivelmente equivalente. O ΔE foi obtido através do software Delta-E Calculator (COLORMINE, 2016).

Para se obter o ΔE entre as duas placas, foram escolhidos cinco pontos aleatórios no interior de cada uma das placas. Através de um software de processamento de imagens, as representações RGB desses pontos foram obtidas e a média entre eles representou a cor RGB daquela placa. Através da fórmula acima, obteve-se a diferença entre as cores RGB das placas no interior e sujeitas a intempéries.

2.5 Custo por área coberta

Para os cinco traços selecionados, foi calculado o rendimento médio sobre a placa cimentícia. Esse dado foi obtido da média de 4 demãos sobre uma placa de fibrocimento lisa e limpa, sem uso de fundo ou selador. A placa foi pesada em balança de precisão de centésimos de gramas antes e após a pintura. A massa de tinta aplicada, sobre a área calculada da placa, medida com trena, forneceu o rendimento em kg/m².

3 Resultados e Discussão

3.1 Cores obtidas

A partir da variação dos tipos de ligantes e do teor de RBMF em cada traço, diversas cores em tons de vermelho e marrom puderam ser alcançadas, bem como diferentes texturas. A Figura 6 mostra alguns exemplos.

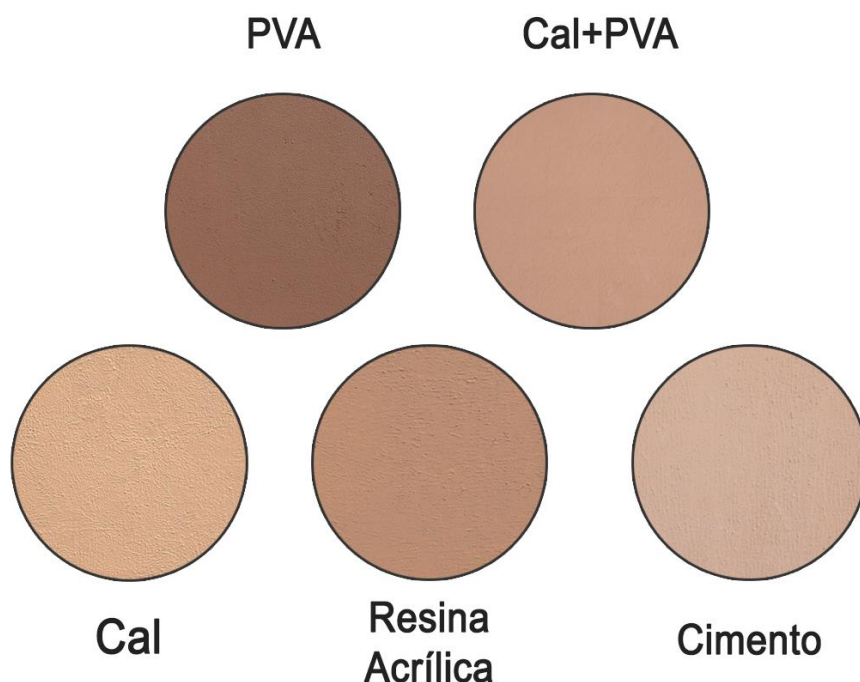


Figura 6 – Cores obtidas com os traços propostos

Este resultado é vantajoso do ponto de vista estético da Tinta Sustentável. De acordo com o resultado desejado, diferentes ligantes podem ser empregados na sua fabricação. Esse resultado impacta não somente a aparência da edificação, mas também seu desempenho térmico (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 1997).

3.2 Seleção dos traços

A partir dos testes de variabilidade de cor, resistência à abrasão, e do parâmetro de custo/kg, buscou-se reduzir os vários traços propostos à alguns promissores. A Tabela 4 mostra os resultados obtidos para todas as misturas. Nota-se que quanto menor o custo, menor a variabilidade de cor e maior a resistência à abrasão, maior o potencial de desempenho da tinta.



Tabela 4 – Resultado da caracterização preliminar dos traços propostos

Id.	Ligantes	Custo/kg	Variabilidade de Cor	Resistência à Abrasão (ciclos)
1	PVA	R\$ 2,64	3,9	80
2		R\$ 4,74	8,9	90
3		R\$ 2,97	2,7	65
4		R\$ 5,27	5,4	135
5	Cal + PVA	R\$ 2,48	4,3	40
6		R\$ 1,38	5,4	11
7		R\$ 1,24	2,9	4
8		R\$ 2,31	3,8	25
9	Resina Acrílica	R\$ 0,97	6,9	1
10		R\$ 0,86	6,8	3
11		R\$ 1,63	9,2	7
12		R\$ 1,99	9,9	18
13	Cal	R\$ 0,13	2,6	1
14	Cimento	R\$ 0,08	2,9	1
15	Comercial PVA	R\$ 18,18	3,2	10
16	Comercial Acrílica	R\$ 18,99	3,3	10

Esses resultados foram avaliados a partir da Figura 7, que parametriza todos os resultados em valores entre 0 e 5, sendo 5 o valor atribuído ao maior resultado de cada ensaio.

— Custo/kg — Variabilidade de Cor — Resistência à Abrasão

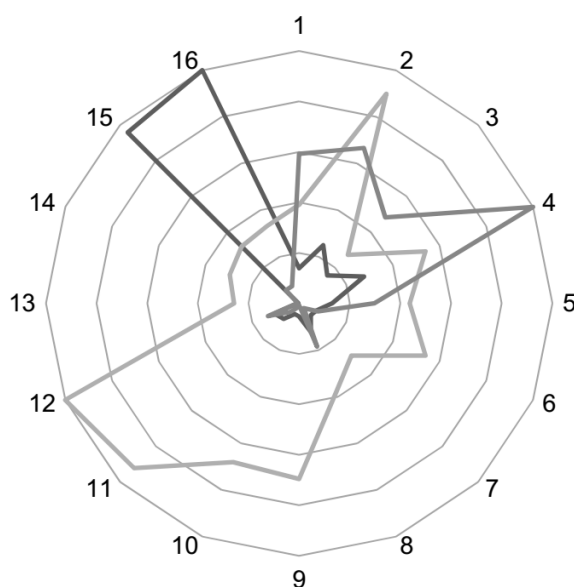


Figura 7 – Desempenho das tintas estudadas em relação ao custo, variabilidade de cor e resistência à abrasão

São alguns fatores notáveis: o elevado custo das tintas comerciais em relação às demais, seguidas pelas Tintas Sustentáveis de PVA, e o reduzido custo das Tintas Sustentáveis que levam somente cal e cimento como ligantes. O custo das tintas comerciais chegam a ser em média 5 vezes maiores do que as de PVA, e 180 vezes as de cimento ou cal.

Quanto a resistência à abrasão, observa-se o alto valor das Tintas Sustentáveis de PVA; de modo geral o resultado é aumentado com o aumento do teor de ligantes, especialmente para as Tintas Sustentáveis com resina acrílica e cal+PVA. As tintas com somente cal ou cimento apresentaram os piores desempenhos neste critério. Isso é possivelmente devido ao fato de serem ligantes em pó, com baixa aderência à placa lisa, aliados ao baixo tempo de “cura” – apenas 7 dias entre a mistura e o ensaio.

Em relação à variabilidade de cor, resultados mais homogêneos foram obtidos pelas Tintas Sustentáveis de cal e de cimento, seguidas pelas comerciais. Isso demonstra uma mistura adequada e uma viscosidade ideal para aplicação nas placas. As Tintas Sustentáveis de resina acrílica apresentaram os piores resultados, provavelmente devido à maior viscosidade deste ligante, o que dificulta os processos de mistura e aplicação.

Desses resultados, uma das misturas de cada ligante das Tintas Sustentáveis foi escolhida para prosseguir aos ensaios de durabilidade e rendimento (custo/m²), além das comerciais. Assim, os traços 3 (PVA), 5 (Cal+PVA), 10 (Resina Acrílica), 13 (Cal) e 14 (Cimento) foram adotados.

3.3 Durabilidade às Intempéries

A Figura 8 mostra os resultados de placas pintadas simultaneamente, após uma delas ser exposta durante 6 meses às intempéries.



Figura 8 – Resultado do ensaio de durabilidade das placas após 6 meses – Traço de PVA.

A diferença ΔE entre as cores das placas de todos os ligantes, que varia entre 0 e 100, pode ser vista na Figura 9.

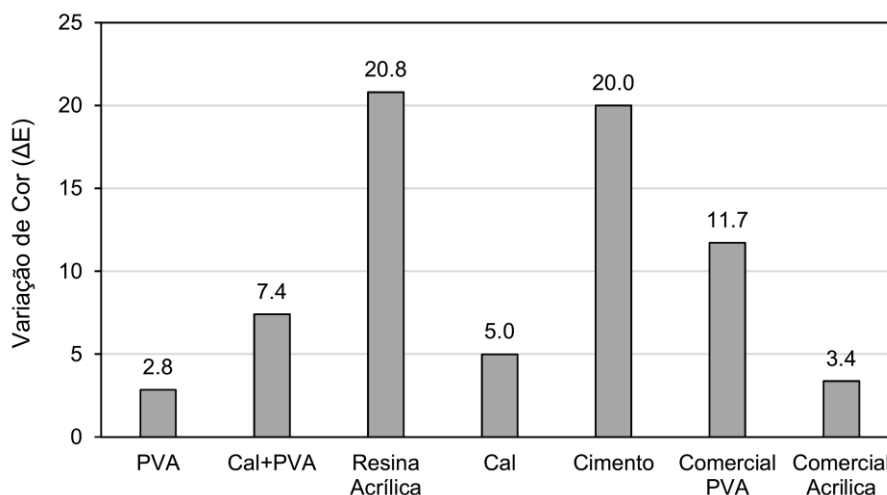


Figura 9 – Resultado da variação de cor dos traços sujeitos ao teste de durabilidade após 6 meses de exposição às intempéries

A variação de cor após 6 meses de exposição foi menor para as Tintas Sustentáveis de PVA, Cal+PVA e Cal, bem como para as tintas comerciais. Observa-se uma variação quase imperceptível da cor das placas de PVA mostradas na Figura 8, em concordância com este resultado. Ressalta-se que, no período estudado, as placas sofreram incidência de chuvas, vento, sol e granizo. Um decaimento relativamente maior foi observado para os ligantes de resina acrílica e cimento.

Esse resultado provavelmente se deve à capacidade aglutinante dos ligantes estudados, bem como de sua aderência às placas cimentícias. Dessa forma, as Tintas Sustentáveis de PVA, Cal+PVA e Cal demonstraram menor decaimento das qualidades de cobertura quando sujeitas às intempéries, até mesmo em relação às tintas comerciais de Látex PVA.

3.4 Custo por área coberta

Calculado o rendimento em kg/m^2 de cada tinta pré-selecionada, foi possível obter o custo por unidade de área de cada traço, mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Custos dos materiais

Ligante	Custo/kg	Rendimento (kg/m^2)	Custo/ m^2
PVA	R\$ 2,97	0,154	R\$ 0,46
Cal+PVA	R\$ 2,48	0,193	R\$ 0,48
Resina Acrílica	R\$ 0,86	0,192	R\$ 0,17
Cal	R\$ 0,13	0,241	R\$ 0,03
Cimento	R\$ 0,08	0,319	R\$ 0,03
Comercial PVA	R\$ 18,18	0,125	R\$ 2,27
Comercial Acrílica	R\$ 18,99	0,177	R\$ 3,37

Observa-se uma variação de R\$0,03/m² para tintas com base de cimento e cal, até R\$3,37/m², para a tinta comercial acrílica. Em outras palavras, a tinta de cimento chega a ser 112 vezes mais barata; enquanto a de Cal+PVA, 7 vezes.

Esse resultado justifica a crescente procura pelas alternativas de tintas de solos, especialmente em comunidades de baixa renda. Assim, o uso de RBMF como pigmento nas Tintas Sustentáveis beneficia não somente a sustentabilidade do material, mas também o custo deste revestimento.

4 Conclusão

Manufaturadas com rejeito de barragem de minério de ferro (RBMF) como pigmento e diversos ligantes, as Tintas Sustentáveis exibem diversas cores e texturas. Elas são aplicadas com pincéis e rolos convencionais e não requerem equipamento especial para preparação ou uso. No estado fresco, são removíveis com água e sabão. Este novo material não requer processamento do RBMF nem adaptação ao método de produção das tintas de solo tradicionais. O rejeito apenas passa por secagem (que pode ser feita ao ar) e destorroamento. Além disso, as Tintas Sustentáveis contribuem para a redução dos impactos sociais e ambientais das barragens de rejeitos.

Através dos resultados obtidos, observa-se que os ligantes cimento, cal e resina acrílica exibiram uma cobertura homogênea e de baixo custo, mas devem ser preferencialmente utilizados em ambientes não sujeitos às intempéries e/ou à abrasão. Por outro lado, as Tintas Sustentáveis de PVA e Cal+PVA demonstraram excelente cobertura, resistência à abrasão e às intempéries, além de um custo baixo em relação às tintas comerciais. As Tintas Sustentáveis com estes ligantes podem ser utilizadas em quaisquer ambientes, com durabilidade e resistência equivalentes às tintas comerciais para o período estudado.

Neste sentido, o presente trabalho busca mitigar o impacto ambiental e os riscos associados às barragens de rejeitos, bem como contribuir para o desenvolvimento sustentável e social dos materiais de construção civil no Brasil e no mundo.

5 Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer as instituições FAPEMIG, CAPES, Fundação Gorceix, UFOP e CNPq pelo apoio financeiro para a realização dessa pesquisa. Também somos gratos pela infraestrutura e colaboração do Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos - RECICLOS - CNPq.

6 Referências

ABNT. **Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação da resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2004.

ABRAFATI. **Programa Setorial da Qualidade. ABRAFATI - Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas**, 01 fev. 2016. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/programas/programa-setorial-da-qualidade/>>.

BASTOS, L. A. C. et al. **Using Iron Ore Tailings from Tailing Dams as Road Material**. Journal of Materials in Civil Engineering, n. DOI: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001613, p. 04016102(1-9), 2016.

CARDOSO, F. P. **Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos**. Viçosa. 2015.

CARDOSO, F. P. et al. **Processos de produção e avaliação de requisitos de desempenho de tintas para a construção civil com pigmentos de solos**. Ambiente Construído, v. 16(4), p. 167-183, 2016.

CARVALHO, A. F. et al. **Projeto Cores da Terra - Fazendo tinta com terra**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2007.

COLORMINE. **Delta-E Calculator**. ColorMine.org, 2016. Disponível em: <<http://colormine.org/delta-e-calculator/>>. Acesso em: 28 fev. 2016.

FONTES, W. C. et al. **Mortars for laying and coating produced with iron ore tailings from tailing dams**. Construction and Building Materials, v. 112, p. 988–995, 2016.

GONÇALVES, D. R. et al. **Evaluation of the economic feasibility of a processing plant for steelmaking slag**. Waste Management & Research, v. 34(2), p. 107 - 112, 2015.

LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA. - **Eficiência energética na arquitetura**, 3a ed. [S.l.]: [s.n.], 1997.

SANT'ANA FILHO, J. N. et al. **Technical and Environmental Feasibility of Interlocking Concrete Pavers with Iron Ore Tailings from Tailings Dams**. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 04017104(1-6), 2017.