



Tierra y Agua Selva y Ciudad

24 al 28 de octubre de 2016



A INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE ESPECÍFICA E DO TEOR DE PIGMENTOS DE SOLOS SOBRE O PODER DE COBERTURA DE TINTAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Fernando de Paula Cardoso¹; Rita de Cássia Silva Sant'Anna Alvarenga²; Anôr Fiorini de Carvalho³; Thainá Silveira Garcia Mendes⁴

¹Departamento de Engenharia Civil, UFV, Viçosa, MG, Brasil,

¹fernandodepaulacardoso@gmail.com; ²ritadecassia@ufv.br; ⁴thaina.mendes@ufv.br

³Departamento de Solos, UFV, Viçosa, MG, Brasil, anorcarvalho@gmail.com

Palavras-chave: tintas, pigmentos de solos, poder de cobertura

Resumo

Devido à natureza heterogênea dos solos, as tintas produzidas com os seus pigmentos de acordo com o método desenvolvido pelo projeto Cores da Terra - UFV apresentam discrepâncias em relação ao poder de cobertura. Tais discrepâncias, segundo as experiências dos membros do projeto, podem tem relação com a superfície específica dos pigmentos e com os seus teores nas formulações das tintas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar a influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil. Para isso, foram selecionadas 15 amostras de solos de diferentes origens, que foram tratadas e caracterizadas quanto à superfície específica. Foram produzidas amostras de tintas de acordo com o método desenvolvido pelo projeto Cores da Terra. O teor de pigmentos foi definido para cada amostra de tinta em função de um padrão de viscosidade. As tintas foram aplicadas sobre cartelas padronizadas, que foram escaneadas após a secagem. O poder de cobertura foi calculado por meio da análise de imagens, de onde foram obtidas as relações entre as razões de contraste. Com as relações, foi possível calcular o coeficiente de correlação linear. Verificou-se que não existe correlação perfeita entre superfície específica e o teor de pigmentos com o poder de cobertura. Concluiu-se que para avaliar de maneira eficiente a influência da superfície específica e do teor de pigmentos sobre o poder de cobertura é necessário conhecer as características específicas de cada pigmento.

1 INTRODUÇÃO

O projeto Cores da Terra dedica-se à pesquisa e difusão de processos de produção de tintas para a construção civil com pigmentos de solos. Diversos estudos já foram realizados com o objetivo de melhorar o desempenho das tintas, principalmente em relação à resistência à abrasão e ao poder de cobertura. Sendo a superfície específica dos pigmentos e o teor de pigmentos nas formulações considerados pela literatura especializada como fatores determinantes do poder de cobertura das tintas, pretende-se com esse trabalho comprovar se, no caso dos pigmentos de solos de diferentes origens, o aumento da superfície específica e do teor de pigmentos acarreta um aumento do poder de cobertura.

2 OBJETIVO

Estudar a influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos de diferentes origens sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil.

3 METODOLOGIA

Este estudo consistiu na seleção dos solos, tratamento para a obtenção dos pigmentos, análise granulométrica, medição da superfície específica, preparação das amostras de tintas, cálculo do teor de pigmentos, aplicação em cartelas padronizadas, obtenção de

imagens e, por fim, a análise das imagens. Os procedimentos adotados em cada passo estão apresentados nos itens subsequentes.

3.1 Seleção e tratamento dos solos para a obtenção dos pigmentos

Foram utilizados 30 solos coletados pelo projeto Cores da Terra no Estado de Minas Gerais, que constituíam uma coleção de amostras já utilizadas em outras pesquisas. As amostras foram selecionadas em função da cor. As cores predominantes da coleção de amostras foram o branco, o ocre, o marrom e o roxo. Desse agrupamento, foram selecionados materiais com origens variadas, totalizando ao final 15 amostras, sendo cinco da cor branca, quatro da cor ocre, quatro da cor marrom e dois da cor roxa.

O tratamento dos solos foi realizado conforme o método desenvolvido por Cardoso (2015), que consiste na desagregação e dispersão mecânica em meio líquido das partículas com o uso do disco *cowles* acoplado a um agitador mecânico, seguida do peneiramento em trama de 180 μ m (80 *mesh* ASTM).

O tempo de desagregação e dispersão variou em função das características dos solos e o processo se deu por encerrado quando o vórtice criado pelo material em plena agitação se estabilizou, o que caracteriza a situação na qual não há mais absorção de água e ocorre a estabilização da viscosidade.

A referida peneira, apesar de permitir a passagem de silte e de areia em frações finas, foi definida em função da correspondência de sua trama/abertura com a das meias de *nylon*, o que facilita a apropriação do processo, considerando os preceitos da tecnologia social¹.

Após o peneiramento, foram retiradas alíquotas do material produzido para a medição da superfície específica e, sem seguida, os pigmentos foram armazenados em recipientes com tampa devidamente identificados.

3.2 Análise granulométrica

Para a análise granulométrica, o método empregado foi o da pipeta, conforme Embrapa (1997), que se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. A análise foi feita após o tratamento dos pigmentos.

3.3 Superfície específica

A superfície específica foi medida pelo método de adsorção de BET, por equipamento da marca *Quantachrome*, modelo *Nova 2200 e*.

A determinação da superfície específica foi feita por meio da teoria de Brunauer, Emmett e Teller, que se baseia no fenômeno da adsorção física de gases nas superfícies externas e internas de um material poroso (Fagerlund, 1973).

Nesse método, o gás passa por uma amostra resfriada à temperatura do nitrogênio líquido (77 K), sob pressões de até 2 atm. e pressões relativas (P/P_0) inferiores a 0,3. O N² adsorvido fisicamente em cada pressão produz uma alteração na composição de saída, registrada por um detector de condutividade térmica, ligado a um registrador potenciométrico. Ao aquecer a amostra, pela perda de contato do N² líquido com a célula de amostragem, o N² é dessorvido. A área dos picos é proporcional à massa de N² dessorvida. A partir do volume de N² obtido no ensaio e utilizando a equação de BET, determina-se o volume de nitrogênio necessário para recobrir a superfície adsorvente com uma monocamada.

¹ Segundo Dagnino (2009), tecnologia social compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis desenvolvidos na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social

3.4 Preparação das amostras de tinta

Para a preparação das amostras de tinta, o primeiro passo foi a medição da viscosidade de cada pigmento diluído em água com o viscosímetro copo *Ford*, com orifício nº4. O tempo de referência determinado para a passagem dos pigmentos diluídos pelo orifício foi de 15 segundos. A correção da viscosidade, quando necessária, se deu com a adição de água, agitação e nova medição, até que todos os pigmentos diluídos levassem o mesmo tempo para a passagem pelo orifício.

Em seguida, foram retiradas alíquotas de cada amostra de pigmento diluído para o cálculo do teor de pigmentos. Para isso, as alíquotas foram armazenadas em recipientes metálicos previamente pesados e levados à estufa pelo tempo de 48 horas a 100°C. Ao final, as amostras foram colocadas em dessecador por 15 minutos e em seguida realizada nova pesagem.

O teor de sólidos determinou o teor de veículo utilizado. O veículo utilizado foi o poliacetato de vinila, da marca *Cascorez* categoria universal e o seu teor foi de 30% do teor de pigmentos presente em cada amostra.

Assim foram obtidas as fórmulas para a produção das amostras de tinta, apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Fórmulas definidas para a produção das amostras de tinta com mesma viscosidade para cada pigmento.

Amostra	Pigmento (g)	Solvente (g)	Veículo (g)
1	118,18	463,86	35,46
2	143,18	220,24	42,95
3	106,04	258,47	31,81
4	94,22	338,64	28,27
5	75,73	301,23	22,72
6	98,22	313,56	29,47
7	132,91	299,78	39,87
8	118,77	321,36	35,63
9	59,12	288,39	17,73
10	281,28	314,54	84,38
11	119,78	196,03	35,93
12	106,90	492,19	32,07
13	111,06	394,78	33,32
14	224,47	467,97	67,34
15	162,04	298,61	48,61

3.5 Aplicação das tintas e obtenção das imagens

As amostras de tinta foram transferidas do recipiente para a bandeja de pintura, deixando uma folga entre o nível da tinta e a superfície de descarte, que é realizada para a preparação do rolo. Na primeira utilização do rolo (rolo ainda seco), deve-se prepará-lo corretamente de forma que este fique impregnado com tinta de forma homogênea. Para tanto, o rolo foi colocado na bandeja, na extremidade oposta da superfície de descarte, de forma que apenas o revestimento do rolo ficasse submerso na tinta. Em seguida, o rolo foi arrastado até o final da superfície de descarte. Na superfície de descarte o rolo foi movimentado para que a tinta fosse impregnada de forma homogênea na lâ. Isso foi verificado segurando o rolo ao ar e verificando se existia uma tendência ao giro. Havendo

giro, constata-se que existe uma área com maior acúmulo de tinta, que tende a ficar para baixo.

As tintas foram aplicadas sobre cartelas *BYK* ref. PA 2811, com o uso de rolos de lã de carneiro com largura de 9 cm e altura da lã de 12 mm.

À cada demão, as cartelas foram deixadas para secar na horizontal pelo tempo de 24 horas e em seguida levadas ao scanner para a obtenção das imagens. O scanner utilizado foi o *HP Photosmart C4480*, com resolução de 600 dpi.

O procedimento indicado foi realizado três vezes, ou seja, foram aplicadas três demãos, conforme a Figura 1. O número de três demãos foi o limite estabelecido para considerar a tinta como econômica.



Figura 1. Imagens escaneadas da mesma cartela obtidas a cada demão de tinta aplicada.

3.6 Análise das imagens

A análise das imagens foi realizada por meio da comparação da cobertura obtida na terceira demão com a cobertura total do fundo, obtida por meio da aplicação de 10 demãos sobre a parte lateral da cartela, conforme indicado na figura 2.



Figura 2. Cobertura obtida na terceira demão e cobertura total (extremidade direita da cartela).

A comparação foi feita por meio da leitura do fator B (brilho) do padrão de cores HSB. O fator B consiste na luminosidade ou escurecimento relativo da cor, geralmente medido como a porcentagem de 0 (preto) a 100 (branco). Medindo-se o fator B sobre os fundos preto e

branco, obtém-se o quanto de preto e branco da cartela estão sendo transmitidos através da película de tinta seca. Com esses números, calcula-se a razão de contraste, dada pela fórmula:

$$RC (\%) = (V_p/V_b) * 100 \quad (1)$$

Onde V_p é o valor de refletância obtido sobre a parte preta e V_b o valor de refletância obtido sobre a parte branca da cartela.

A análise das imagens foi feita por meio do software *Photoshop*. Em cada espaço da cartela (preto e branco, para a cobertura obtida na terceira demão e para a cobertura total) foram definidos 10 pontos aleatórios de leitura do fator B.

Os dados obtidos da terceira demão e da cobertura total foram transferidos para uma planilha e em seguida foram calculadas as razões de contraste. A comparação entre a cobertura obtida na terceira demão e a total foi dada pelo quociente obtido da razão de contraste obtida na terceira demão pela razão de contraste obtida na cobertura total. O número resultante foi chamado de relação entre as razões de contraste. Quanto mais próximo de 1,0 esse número, mais próxima do padrão obtido na cobertura total está a cobertura obtida na terceira demão.

3.7 Relação entre superfície específica, teor de pigmentos e poder de cobertura

O estudo da influência da superfície específica e do teor de pigmentos sobre o poder de cobertura foi feito a partir da organização das superfícies específicas e dos teores de pigmentos de cada amostra em ordem crescente, seguida do estudo da correlação entre os fatores por meio do cálculo do coeficiente de correlação linear de *Pearson*. O coeficiente mede o grau da correlação e a direção dessa correlação, se positiva ou negativa, entre duas variáveis.

Este coeficiente assume apenas valores entre -1 e 1 e é representado por ρ . Se ρ é igual a 1,0, significa que existe uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis. Se ρ é igual a -1, significa que existe uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra sempre diminui. E, se ρ é igual a 0, significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.

Este estudo busca responder à pergunta: O aumento da superfície específica das partículas dos pigmentos e do teor das mesmas nas formulações das tintas acarreta um aumento do poder de cobertura?

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da análise granulométrica dos pigmentos realizada após o tratamento dos solos para obter os pigmentos.

Tabela 2. Resultados da análise granulométrica dos pigmentos.

Amostra	Areia fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
1	0,10	96,10	3,80
2	18,57	55,71	25,71
3	12,16	44,59	43,24
4	21,88	12,50	65,63
5	1,01	26,26	72,73
6	27,50	47,50	25,00
7	5,26	44,21	50,53
8	15,28	29,17	55,56
9	1,01	40,40	58,59
10	12,99	41,65	45,36

11	40,32	8,06	51,61
12	12,50	5,68	81,82
13	28,36	55,22	16,42
14	11,90	61,90	26,19
15	33,33	14,04	52,63

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentadas, respectivamente, as relações entre superfícies específicas e razões de contraste e entre os teores de pigmentos e razões de contraste.

Tabela 3. Relação entre superfícies específicas e razões de contraste.

Amostra	Superfície específica em ordem crescente (m ² /g)	Relação entre razões de contraste
1	5,04	0,93
3	39,96	0,98
14	43,56	0,97
4	51,12	0,86
2	56,16	0,96
5	59,04	0,95
13	59,76	0,94
6	66,96	0,97
9	71,28	0,97
12	74,16	0,82
7	76,32	1,00
11	78,84	0,90
8	80,64	0,88
15	91,80	0,88
10	100,08	0,99

Tabela 4. Relação entre teores de pigmentos e razões de contraste.

Amostra	Teor de pigmento em ordem crescente (%)	Relação entre razões de contraste
9	20,50	0,97
12	21,72	0,82
5	25,14	0,95
1	25,48	0,93
4	27,82	0,86
13	28,13	0,94
6	31,32	0,97
8	36,96	0,88
3	41,02	0,98
7	44,34	1,00
14	47,97	0,97
15	54,26	0,88
11	61,10	0,90
2	65,01	0,96
10	89,42	0,99

Castro (2009) afirma que, quanto maior a superfície específica dos pigmentos, maior o poder de cobertura, e que a capacidade da tinta de obstruir a transmissão da luz visível depende de fatores como a relação entre o índice de refração do pigmento e do meio no qual está disperso, o teor de pigmentos, a qualidade da dispersão, o tamanho, a forma e a estrutura das partículas.

O coeficiente de correlação linear de *Pearson*, obtido para a correlação superfícies específicas vs relação entre as razões de contraste, foi $\rho = -0,12$ e para a correlação teores de pigmentos vs relação entre as razões de contraste foi $\rho = 0,30$.

Nos dois casos, verifica-se que não existe uma correlação perfeita entre os fatores estudados, ou seja, o aumento da superfície específica e do teor de pigmentos não acarretou o aumento do poder de cobertura das tintas.

Para o caso dos pigmentos de solos, outros fatores parecem exercer influência sobre o poder de cobertura. Em outro estudo (Cardoso, 2015), também foi possível comprovar que os fatores relação entre o índice de refração do pigmento e do meio no qual está disperso e a qualidade da dispersão não exerceram influência direta sobre o poder de cobertura.

Por outro lado, percebe-se que os fatores superfície específica e teor de pigmento exercem grande influência sobre a viscosidade, que foi o parâmetro adotado para a produção das amostras de tinta estudadas. Para a mesma viscosidade, as superfícies específicas variaram entre 5,04 m²/g e 100,08 m²/g, e os teores de pigmento variaram entre 20,50% e 89,42%.

Verificou-se que foram alcançados poderes de cobertura satisfatórios em 8 das 15 amostras, a saber 2, 3, 5, 6, 7, 10, 13 e 14. Por outro lado, entre as amostras que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios não foi verificada nenhuma similaridade entre suas superfícies específicas e seus teores de pigmento.

Conforme Uemoto e Silva (2005), uma tinta látex industrializada precisa apresentar teor de pigmentos que varia entre 30,4 e 45,9% para alcançar um poder de cobertura satisfatório. No caso das amostras de tinta que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios, subtraindo do teor de pigmentos de cada amostra a fração areia fina (tabela 2) – pelo fato desta decantar e por isso não fazer parte do teor útil de pigmentos – tem-se como resultado teores de pigmentos que variam entre 43,28 e 97,98%. Portanto, nota-se que é necessário um teor de pigmentos elevado para produzir tintas com pigmentos de solos que apresentem desempenho razoável quanto ao poder de cobertura.

Sabendo-se que não existe uma correlação perfeita entre os fatores estudados e que algumas das amostras de tinta alcançaram poderes de cobertura satisfatórios com teores e composições de pigmentos variadas, as explicações para tais comportamentos podem ter relação com as características específicas dos pigmentos.

A diversidade de pigmentos utilizada pressupõe a diversidade de suas composições. Cada pigmento é composto por partículas com superfícies específicas distintas, como se pode verificar na Tabela 3. Quanto menor o tamanho da partícula, maior a sua superfície específica e maior a sua reatividade físico-química.

Parte das argilas comportam-se como colóides, que são partículas com pelo menos uma de suas dimensões dentro do intervalo de 1nm a 1µm que mantêm-se dispersas – dispersão coloidal – em um meio devido ao movimento browniano e, portanto, não se depositam pela ação da gravidade.

Outra parte das partículas das argilas, com pelo menos uma das dimensões dentro do intervalo de 1µm a 2µm, já forma suspensões e não dispersões coloidais e, nesse caso, as partículas se depositam pela ação da gravidade, mesmo havendo forças de repulsão.

A constituição mineral das partículas das argilas determina a presença e o tipo de cargas elétricas ativas em suas bordas e/ou superfícies. As cargas promovem interações físico-químicas que resultam na dispersão das partículas por meio de forças de repulsão ou na

floculação por meio de forças de atração, o que determina o comportamento das dispersões coloidais e das suspensões.

O afastamento das partículas promovido pela forças de repulsão é positivo nos caso das tintas, pois garante a estabilidade das suspensões, a homogeneidade e a uniformidade da película formada sobre a superfície, ou seja, um poder de cobertura satisfatório. No entanto, isso só ocorre se o teor de pigmentos for o suficiente. Caso contrário, a pintura apresenta um aspecto uniformemente transparente, o que demanda várias demãos para alcançar a cobertura total.

No caso da floculação promovida pelas forças de atração, ocorre a formação de agregados ou grumos, que tendem a decantar pela ação da gravidade, o que resulta em misturas heterogêneas de difícil aplicação. Nesse caso, a pintura apresenta manchas com regiões densas, repletas de materiais agregados, e espaços praticamente vazios, com cobertura muito baixa, o que também demanda várias demãos para alcançar a cobertura total.

Além das argilas, partículas de silte (dimensões entre 2 μ m e 50 μ m) também participaram da composição dos pigmentos utilizados, sendo que o limite superior do tamanho das partículas foi limitado pela trama de 180 μ m (80 *mesh* ASTM). Apesar das partículas de areia fina (dimensões entre 50 μ m e 200 μ m) passarem pela trama, estas não contribuem com o poder de cobertura como já foi mencionado.

Na tabela 2, verifica-se que a granulometria dos pigmentos é muito variada. Consequentemente, as superfícies específicas calculadas também são muito variadas, pois são o resultado das contribuições de vários tamanhos de partículas, sendo as predominantes as correspondentes à fração argila.

Percebe-se, por outro lado, que, entre as amostras de tintas que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios, predomina a fração silte na composição dos pigmentos, o que valida os resultados obtidos em outro estudo (Cardoso, Carvalho, Fontes, 2014) que atribuem à fração silte o bom desempenho das tintas quanto ao poder de cobertura. Nesse caso, as partículas de silte mantêm-se suspensas no meio devido ao poder emulsificante do poliacetato de vinila, que também contribui para manter suspensas as partículas das argilas.

Portanto, constata-se que com as frações argila e silte constituindo os pigmentos é possível produzir tintas com poderes de cobertura satisfatórios. No entanto, o conhecimento da influência da superfície específica e do teor dos pigmentos sobre o poder de cobertura ainda se apresenta como um limite.

5 CONCLUSÕES

A tentativa de realizar um estudo utilizando pigmentos de origens e características diversas em busca de uma regularidade de comportamento quanto ao poder de cobertura, tendo-se como parâmetros a superfície específica e o teor de pigmentos, mostrou-se limitada. Porém, mesmo em meio à diversidade de origens e características, foi possível produzir tintas que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios. Disso, constata-se que existem condições que foram satisfeitas por estas amostras de tinta que garantiram o desempenho satisfatório.

Portanto, este estudo significou um passo, pois permitiu agrupar as amostras de tinta. O próximo passo depende de um conhecimento mais aprofundado de cada pigmento, por meio da realização de análises químicas, mineralógicas e da produção de imagens microscópicas, assim como do estudo reológico das tintas.

No contexto do desenvolvimento da tecnologia social, conhecendo as características dos pigmentos que determinam o bom desempenho das tintas, bem como maneiras de reconhecer tais características sem depender de procedimentos sofisticados, pode ser possível produzir tintas com qualquer tipo de solo a partir da correção de fatores negativos, adicionando-se às formulações outros pigmentos com características definidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cardoso, F. P. (2015). Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Cardoso, F. P.; Carvalho, A.F.; Fontes, M.P.F. (2014). Resistência à abrasão de tintas imobiliárias produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica de solos. Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, 1, Guimarães. Anais do I CLB/MCS. Guimarães, Portugal: Universidade do Minho. CD-ROM.

Castro, C. D. (2009). Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

Dagnino, R. P. (2009). Tecnologia social: Ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: Unicamp.

Embrapa (1997). Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

Fagerlund, G. (1973). Determination of specific surface by the BET method. *Materials and Structures*, (6), 239-245.

Uemoto, K. L.; Silva, J. (2005). Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo. *Boletim Técnico*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

AUTORES

Fernando de Paula Cardoso: Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Mestre em Engenharia Civil (Engenharia da Construção) pela UFV; Estudante de doutorado em Engenharia Civil na UFV; Pesquisador do projeto Cores da Terra, vinculado aos Departamentos de Solos e Engenharia Civil da UFV; e membro das Redes TerraBrasil e PROTERRA.

Rita de Cássia Silva Sant’Anna Alvarenga: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil pela USP; Professora adjunta do Departamento de Engenharia Civil da UFV.

Anôr Fiorini de Carvalho: Graduação, mestrado e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa; Coordenador do projeto Cores da Terra; Professor adjunto do Departamento de Solos da UFV; Coordenador do projeto Cores da Terra.

Thainá Silveira Garcia Mendes: Estudante de graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Viçosa.