

ESTUDO DO RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE TINTA APLICADO NO CONCRETO

BRAGA, Mikael Denner Oliveira

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(mkdobraga@gmail.com)*

GOMES, Kíria Nery Alves do Espírito Santo

Professora Mestra, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (kiriagomes@gmail.com)

RESUMO

A sustentabilidade é um fator de grande importância na atualidade. Empresas buscam agir de forma ecologicamente correta, utilizando leis e normas que definem parâmetros visando a preservação da natureza. Em busca desse equilíbrio ecológico foi criado o conceito dos 3 R's: reduzir, reciclar e reutilizar. Devido a construção civil ser grande consumidora de insumos e geradora de resíduos, é necessário a aplicação destes conceitos nesse meio. Pesquisas acerca deste assunto vem evoluindo com o passar dos anos. A utilização de resíduos, provenientes ou não da construção civil, na produção de concreto vem sendo pesquisada há décadas, procurando quais resíduos possam adaptar-se a este tipo de produção, trazendo resultados positivos nas propriedades do concreto. Visando isso o propósito deste estudo foi analisar algumas propriedades do concreto com a utilização de resíduo da indústria de tinta em sua composição. O resíduo escolhido foi em função do não aproveitamento do mesmo, sendo apenas despejados em aterros. Desta forma, foram elaborados 7 traços distintos, 1 traço sem a utilização do resíduo e os outros 6 com diferentes formas e porcentagens de utilização do mesmo. Os traços foram definidos em porcentagens de adição e substituição em relação a massa da areia (5%, 10% e 15%). Foram estudadas a trabalhabilidade e compressão à resistência axial, no intuito de analisar se é viável mais pesquisas em relação a concreto com resíduo de tinta. Nos resultados obtidos, a substituição de 5% apresentou resultados satisfatórios nas áreas de estudos aplicadas.

PALAVRAS-CHAVE

Concreto. Tinta. Resíduo. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade, por senso comum, é a busca da preservação do meio ambiente com base nas ações da população, visando o aproveitamento consciente dos recursos naturais. O desenvolvimento sustentável é um assunto bastante objetivado nas discussões sociopolíticas, com o intuito da preservação ambiental para qualidade de vida das gerações futuras.

Acerca da sustentabilidade, a alternativa mais viável na busca de equilíbrio, captação e consumo é a reciclagem. Esta consiste na utilização de resíduos, provindos de insumos já consumidos, como matéria-prima na fabricação de novos produtos. Atualmente existem diversos processos de reciclagem que são comumente realizados, dos quais se destacam papel, metal, plástico, vidro e lixo orgânico (LOMASSO et al., 2015).

A construção civil é uma grande geradora de resíduos e em razão disso os conceitos de reciclagem nesse meio é de grande importância. Em busca de diminuir o impacto ambiental gerado pela construção civil, foram desenvolvidas pesquisas de reciclagem dessa área em 1928. Entretanto, a aplicação de produtos reciclados de construções ocorreu com grande magnitude após a 2ª Guerra Mundial, em 1946, durante a reconstrução das cidades Europeias destruídas pela guerra (LEVY, 2010).

Devido ao avanço dos métodos de reciclagem e à necessidade de preservar o meio ambiente, acondicionando o equilíbrio ecológico, a utilização de resíduos de construção e demolição (RCD) passou a ser uma escolha viável para o setor da construção civil. A aplicação de RCD na etapa construtiva é de suma importância, por diminuir sua disposição em aterros e evitar a utilização de recursos naturais não renováveis (ÂNGULO; FIGUEIREDO, 2011).

Um dos resíduos da construção civil, que ainda não existem programas de reutilização, é da tinta que tem a classificação dada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Esta caracteriza os resíduos de tintas resultantes da construção como perigosos (Classe D). Essa classificação é dada pela possibilidade de conter substâncias nocivas à saúde e ao impacto ambiental, nas quais as tintas à base de solvente são mais lesivas pela possível presença de metais pesados, que são potencialmente tóxicos (UEMOTO, 2007).

Em vista disso, a viabilidade da utilização de resíduos de tintas à base d'água é evidente, enfocando que esses tipos de tinta não possuem metais pesados em sua

composição. A importância de utilizar esse resíduo é dada pela escassez de estudos acerca de utilização de resíduo de tinta no âmbito da construção civil. Essa utilização engloba conceitos de reciclagem ligados à sustentabilidade, na intenção de diminuir a quantidade de restos em aterros e na possibilidade de conseguir melhor resistência que o concreto normal.

2 TINTA

Em termos inteligíveis, 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).

Existem diversas formas de classificação das tintas. As mais comuns são pela composição, modo de cura, uso final e aspecto do acabamento final, entretanto os tecnologistas dessa área optam classificar pela composição: base de solvente (contém ou é solúvel em solventes orgânicos) e base de água (contém ou é solúvel em água) (UEMOTO, 2010).

As tintas podem causar efeitos na saúde dos seres vivos e na degradação do meio ambiente, tanto as de finalidade decorativa, quanto as protetivas. Estes efeitos ocorrem pela aglomeração de componentes casualmente tóxicos em sua composição, tanto em sua forma líquida, pela emissão de VOC (Compostos orgânicos voláteis, na sigla em inglês), quanto em sua forma seca, por conter metais pesados em sua composição que são iminentemente tóxicos. Em consequência desse fator é recomendável a utilização de tintas com menores teor de elementos prejudiciais à saúde e ao ecossistema. Outros malefícios provindos tanto dos metais pesados, quanto do VOC, englobam a contribuição da poluição atmosférica, afeto na saúde do trabalhador, produção de ozônio e de resíduos perigosos (UEMOTO, 2010).

A presença de metais pesados na formulação da tinta, como pigmentos anticorrosivos, pode acompanhar na composição de algumas resinas e aditivos. Durante a fabricação da tinta, resíduos perigosos são gerados (embalagens e filtros contaminados, borras do sistema de tratamento de efluentes, etc.). No período de pós-consumo deste produto são gerados, comumente em aplicações industriais, três tipos de resíduos: borras de tinta, embalagens contaminadas e material contaminado diverso (RIGOLETTO, 2009).

A irradiação de VOC é iniciada na etapa construtiva final, particularmente no processo de pintura e secagem. Essa emissão ocorrerá também nos primeiros anos de ocupação do edifício, podendo se estender para todo o período de habitação. Isto decorre devido a constantes manutenções cíclicas, na qual a continuidade de tal irradiação pode levar a problemas característicos da Síndrome de Edifícios Doentes (SED). Os impactos causados tem sido uma preocupação entre as empresas de tinta de todo o mundo, levando a criação de metas, com o objetivo da redução de VOC (UEMOTO, 2010).

Os compostos orgânicos voláteis em contato com radiação UV e calor atuam como agentes da formação de *smog*, que é uma névoa fotoquímica urbana que acarreta a produção de compostos oxidantes e ozônio. Este, por seu modo, quando presente na troposfera, ao nível do solo, é lesivo ao ser humano e à natureza. O ozônio interfere no índice de qualidade do ar, por ser um dos maiores poluentes do mesmo, causa danificação no tecido pulmonar e dias após o fim de sua exibição causa efeitos neurotóxicos e de insalubridade (UEMOTO; IKEMATSU; AGOPYAN, 2006).

3 CONCRETO COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS

O desenvolvimento sustentável depende dos engenheiros. Isso é devido a quantidade de resíduos produzidos pela construção civil. Para diminuir as cargas ambientais a engenharia precisa de inovações (JOHN, 2011). Quando não há reuso desses resíduos, estes são depositados em aterros, ou em ambientes não adequados. A cidade de São Paulo recebia, no ano de 2000, aproximadamente 330 mil toneladas mensalmente de entulhos de obras, que eram descarregados em locais inapropriados (ATESP, 2000 *apud* LEVY, 2010).

Visando a diminuição de resíduos em aterros, foram realizados estudos acerca da substituição de agregados, em parte ou totalmente, por diversos tipos de resíduos. O intuito desse trabalho foi realizar o estudo com a aplicação do resíduo da indústria de tinta. Atualmente existem estudos de diversos tipos de resíduos aplicados no concreto, por exemplo, RCD, cinza de casca de arroz, vidro, garrafa PET, borracha de pneu, corte de granito e entre outros.

4 PROGRAMA EXPERIMENTAL

4.1 RESÍDUO DE TINTA

O processo de obtenção do resíduo de tinta à base de água vem da lavagem dos caldeirões de tinta, na qual o líquido dessa lavagem é escoado em ralos e transportados para reservatórios. No primeiro reservatório é adicionado sulfato de alumínio na água da lavagem para separação entre a borra da tinta e a água, e depois é transferido para outro reservatório, no qual ocorre a decantação. A água desse processo é canalizada para ser redistribuída nos jardins da indústria e a borra, quando seca, é mandada para disposição final em aterro apropriado.

De acordo com a empresa JRI Max Vinil Tintas, que forneceu o resíduo, as tintas que originam tais resíduos possuem 40% de água em sua composição. Dos componentes químicos da tinta, a toxicidade é relativamente alta de apenas 1 substância, a amônia, embora sua aplicação na tinta é apenas 0,5%. Existem também algumas substâncias que possuem baixa toxicidade, embora necessitem de procedimentos conforme as normas regulamentadoras vigentes. Em vista disso, este resíduo pode ser considerado como não tóxico, mas necessita-se de pesquisas mais detalhadas sobre a composição química especificamente do resíduo.

4.2 ESTUDO DA DOSAGEM

O estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland é a metodologia necessária para a aquisição da melhor proporção dos materiais utilizados na mistura, nomeado traço. Essa simetria ideal pode ser expressa em massa ou volume, sendo a proporção em massa seca dos materiais mais rigorosa e preferível. No estudo de dosagem é visado uma mistura ideal com a opção mais econômica, buscando a obtenção de uma série de requisitos, de acordo com os materiais obtidos e à região determinada (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

Conforme Tutikian e Helene (2011), no Brasil não existe uma norma ou texto padrão vigente para os procedimentos e parâmetros de dosagem do concreto, assim não há consenso em qual método deve ser utilizado no estudo. Com a ausência da estipulação de como deve ser realizado os estudos de dosagem, diversos pesquisadores desenvolveram seus próprios métodos de dosagem.

O método de dosagem utilizado como base do trabalho foi o método experimental da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) para concretos fluidos. A escolha deste método deu-se pela simplicidade e eficiência do mesmo, e pela grande utilização deste método nas concreteiras da região e em artigos acadêmicos.

4.3 DESENVOLVIMENTO DOS TRAÇOS

Para o desenvolvimento dos traços foram escolhidos a brita 1 e o abatimento de 80 a 100 mm. O primeiro traço desenvolvido obteve baixa trabalhabilidade, com um *slump test* de 20mm, que foi corrigido adicionando cimento, água e areia, seguindo a relação água/cimento (0,5) para não afetar a resistência do concreto. Após essas modificações foi obtido o traço referencial, utilizado na produção das amostras de concreto, que é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Traço unitário do concreto referencial

Traço unitário (kg)			
Cimento	Areia	Brita	Água
1	1,22	1,97	0,5

Fonte: Próprio autor, 2018.

Com intuito de evitar problemas no estudo, houve embasamento teórico nas normas para manter os padrões das mesmas. Dentre as utilizadas foram englobadas a NBR 11578/2001, que define a disposição do cimento para utilização no concreto, a NBR NM 248/2011 e a NBR 7211/2005, em relação à granulometria dos agregados e que também foi utilizada na granulometria do resíduo, a NBR 12665/2006, para a determinação da relação água cimento.

4.4 DETERMINAÇÃO DOS TRAÇOS E MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Com o intuito de uma avaliação para determinar se é viável ou não a produção de concreto com resíduo de tintas, foram feitos traços com adição de 5%, 10% e 15% de resíduo com base no agregado miúdo e traços com substituição de areia pelo resíduo, nas mesmas porcentagens citadas. Na Tabela 2 é apresentada a quantidade unitária dos materiais de cada traço.

Tabela 2 – Traço unitário dos concretos produzidos

Traço unitário (kg)					
Traço	Cimento	Areia	Brita	Água	Resíduo
Referencial	1,000	1,220	1,970	0,500	0,00
Adição de 5%	1,000	1,220	1,970	0,500	0,061
Adição de 10%	1,000	1,220	1,970	0,500	0,122
Adição de 15%	1,000	1,220	1,970	0,500	0,183
Substituição de 5%	1,000	1,159	1,970	0,500	0,061
Substituição de 10%	1,000	1,098	1,970	0,500	0,122
Substituição de 15%	1,000	1,037	1,970	0,500	0,183

Fonte: Próprio autor, 2018.

Foram moldados 60 corpos de provas, 6 para o traço referencial (com rompimento de 7 e 28 dias) e 9, para os traços com o resíduo de tinta (com rompimento de 3, 7 e 28 dias). Os corpos de prova utilizados possuem a dimensão de 10x20 cm² e as moldagens foram em conformidade com a NBR 5738/2003.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

5.1 TRABALHABILIDADE

A trabalhabilidade seguiu os padrões da NBR NM 67/1998 e os resultados dos abatimentos obtidos podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Abatimento dos concretos

Traço	Abatimento (mm)
Referencial	60
Adição de 5%	70
Adição de 10%	55
Adição de 15%	55
Substituição de 5%	70
Substituição de 10%	60
Substituição de 15%	50

Fonte: Próprio autor, 2018.

Com os dados da tabela 3, é possível chegar as seguintes conclusões:

- O concreto com porcentagem de 5%, tanto de adição, quanto de substituição, alcançou a maior trabalhabilidade;
- O concreto com 10% de substituição apresenta a mesma trabalhabilidade do concreto referencial;
- Os concretos com 10% de adição e 5% de adição e de substituição obtiveram uma trabalhabilidade levemente menor do que o concreto sem resíduo;
- Pode-se deduzir que a partir de 10% de utilização do resíduo em relação a areia, quanto maior a utilização de resíduo de tinta na mistura, menor será a trabalhabilidade.

5.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

Na Tabela 4 é apresentado as médias da resistência a compressão axial de todos os traços em todas as datas de rompimento.

Tabela 4 – Evolução da resistência à compressão axial de todos os traços

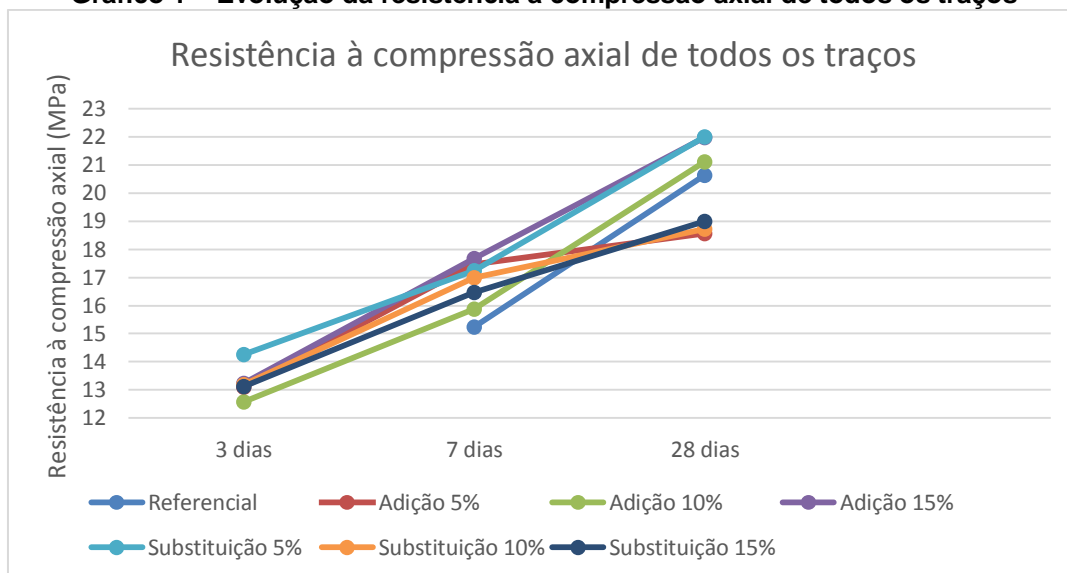
Traço	Resistência média à compressão axial (MPa)		
	3 dias	7 dias	28 dias
Referencial	-	15,23	20,63
Adição 5%	13,10	17,47	18,57
Adição 10%	12,57	15,87	21,10
Adição 15%	13,23	17,63	21,97
Substituição 5%	14,27	17,23	22,00
Substituição 10%	13,20	17,00	18,73
Substituição 15%	13,13	16,47	19,00

Fonte : Próprio autor, 2018

Visando uma complementação para a análise comparativa entre os resultados obtidos em todos os traços, foi desenvolvido o Gráfico 1, em que apresenta o conjunto das evoluções das resistências à compressão axial.

As três amostras de 5% de adição, aos 28 dias, apresentaram falhas de adensamento, por isso suas resistências aos 28 dias não apresentaram resultados significativamente melhores. Na Figura 1 é apresentado um desses corpos de prova com este tipo de falha.

Gráfico 1 – Evolução da resistência à compressão axial de todos os traços



Fonte: Próprio autor, 2018

Figura 1 – Concreto com adição de 5% para o rompimento aos 28 dias



Fonte: Próprio autor, 2018.

Com a análise do Gráfico 1 é possível fazer as seguintes considerações:

- Nenhum resultado foi significativamente maior que o do concreto referencial;
- Quanto maior a porcentagem de adição do resíduo de tinta, maior a resistência aos 28 dias;
- O concreto com substituição de 5% da areia pelo resíduo de tinta apresentou maior resistência à compressão axial;
- Todos os traços com o resíduo apresentaram resistências maiores que a do concreto referencial aos 7 dias;

- Os traços de substituição acima de 10% apresentaram variações grandes entre cada corpo de prova, e suas resistências à compressão média aos 28 dias foram bem baixas em relação ao referencial;
- O traço de adição de 5% de resíduo em relação a massa da areia apresentou bons resultados aos 7 dias, mas devido a falhas de adensamento, suas resistências aos 28 dias foram as mais baixas;
- O resíduo apresenta bom resultado na resistência à compressão axial do concreto quando utilizado como aditivo, e como substituição por parte da areia, 10% é uma porcentagem que começa a agir negativamente nessa propriedade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste trabalho constituiu-se na aplicabilidade do resíduo de tinta à base de água no concreto, verificando a viabilidade, trabalhabilidade e resistência a compressão axial. Devido a classificação deste tipo de resíduo, não há registros de reutilização do mesmo, apesar da composição da tinta não possuir metais pesados e ter apenas 0,5% de amônia em sua composição. Para mais estudos acerca deste assunto é viável um estudo da composição química do resíduo.

As considerações expostas aqui são de acordo com o desenvolvimento deste trabalho, então devido a diversas variáveis é necessário outros estudos acerca deste resíduo de tinta e de concreto fabricado com ele para melhores e mais ricas avaliações precisas da viabilidade do uso.

A substituição e adição de resíduo de tinta pode impactar positivamente ou negativamente na resistência à compressão axial. A adição obteve resultados positivos, visando que as porcentagens de 10% e 15% tiveram resistência superior ao referencial, e provavelmente o de 5% teve resistência inferior devido a falha de adensamento.

Acerca dos concretos com substituição da areia pelo resíduo, apenas 5% de substituição gerou impacto positivo, sendo o mais resistente de todas amostras, e as amostras com 10% e 15% geraram impactos negativos. Entretanto, a amostra com 15% de substituição teve resistência irrelevantemente superior à de 10%, podendo indicar que possivelmente uma substituição maior possa ter a resistência superior à do concreto referencial.

A respeito da consistência do concreto, o ensaio de abatimento do tronco de cone constatou que a utilização de 5%, tanto de adição, quanto de substituição, apresentaram melhor trabalhabilidade que a da mistura de referência. Em relação as porcentagens de 10%, a mistura de substituição teve o mesmo abatimento que o referencial, e a de adição obteve resultado inferior e as porcentagens de 15% apresentaram decréscimo no abatimento.

Dentre os concretos com utilização de resíduo de tinta, o concreto com 5% de substituição possui o melhor desempenho, tendo melhores trabalhabilidade e resistência à compressão axial. Quanto a utilização do concreto na construção civil, é inviável a utilização em elementos estruturais dos traços de substituição de 10% e 15%. As outras amostras podem ser viáveis nesta mesma área, porém é necessário mais estudos acerca das propriedades destes tipos de concreto.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, S. C.; FIGUEIREDO, A. D. D. **Concreto com agregados reciclados**. In: ISAIA, G. C. (Ed.). *Concreto: ciência e tecnologia*. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, 2011. v2. p.1731-1768.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro: 1991.

_____. **NBR 12655**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: 2005.

_____. **NBR NM 67**: Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: 1998.

_____. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: 2003.

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.

JOHN, V. M. **Concreto com agregados reciclados**. In: ISAIA, G. C. (Ed.). *Concreto: ciência e tecnologia*. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, 2011. v2. p.1843-1870.

LEVY, S. M. **Materiais reciclados na construção civil**. In: ISAIA, G. C. (Ed.). Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, 2010. V2. p.1689-1710.

LOMASSO, A. L.; SANTOS, B. R. D.; ANJOS, F. A. D. S.; ANDRADE, J. C. D.; SILVA, L. A. D.; SANTOS, Q. R. D.; CARVALHO, A. C. M. D. **Benefícios e desafios na implementação de reciclagem: Um estudo de caso no Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR)**. Revista Pensar Gestão e Administração [Online]. 2015. v. 3, n. 2.

RIGOLETTO, I. D. P. **Meio ambiente, saúde e segurança na indústria de tintas**. In: FAZENDA, J. M. R. (Ed.). Tintas – ciência e tecnologia. São Paulo: Editora Blucher, 2009. p.1084-1118.

TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland**. In: Geraldo C. Isaia. (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. 1 ed. São Paulo: Ibracon, 2011, v. 1, p. 415-451.

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. **Tintas e vernizes na construção civil**. In: ISAIA, G. C. (Ed.). Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, 2010. v2. p.1523-1564.