

ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA DE UTILIZAÇÃO ENTRE AGREGADO MIÚDO RECICLADO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO E AGREGADO MIÚDO NATURAL

Karolina Rota Scalzer Pereira¹
Mardem Wilham Santana Júnior²

RESUMO

A construção civil é responsável pela utilização de aproximadamente 50% dos recursos naturais que são retirados na natureza. Com a perspectiva de apresentar uma solução alternativa para a diminuição da utilização de recursos ambientais na Construção Civil, este trabalho visou verificar a viabilidade técnica do agregado miúdo reciclado, através de uma comparação do mesmo com o agregado miúdo natural. O método de trabalho foi dividido em quatro ensaios, Massa Específica, Massa Unitária, Materiais Pulverulentos e Composição Granulométrica. As areias reciclada e natural apresentaram valores comparativos muito próximos, sendo possivelmente, a areia reciclada uma opção para substituição da areia natural, em argamassas em concretos. No entanto, ainda é necessária a realização de mais ensaios, principalmente no que tange a resistência mecânica e durabilidade de concretos e argamassas contendo agregado reciclado.

Palavras chaves: Agregado miúdo reciclado, areia reciclada, resíduos de construção civil, RCD.

ABSTRACT

Construction is responsible for the use of approximately 50% of the natural resources that are removed in nature. With the prospect of presenting an alternative solution to reduce the use of environmental resources in Construction, this work aimed to verify the technical feasibility of the recycled kid aggregate, through a comparison of the same with the natural child aggregate. The work method was divided in four tests, Specific Mass, Unitary Mass, Pulverulent Materials and Granulometric Composition. The recycled and natural sands presented close comparative values, possibly being recycled sand an option to replace natural sand, in concrete mortars. However, it is still necessary to carry out more tests, mainly regarding the mechanical strength and durability of concretes and mortars containing recycled aggregate.

Keywords: Aggregate recycled kid, recycled sand, construction waste, RCD.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Capixaba da Serra – MULTIVIX SERRA.

²Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Capixaba da Serra – MULTIVIX SERRA.

1. INTRODUÇÃO

A Construção civil é reconhecida como uma das atividades mais importantes no desenvolvimento social e econômico do país, sendo responsável por mais de 10% do PIB (Produto Interno Bruto), e, por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos (PABLOS; SICHERI, 2008).

Essa indústria é ainda uma das maiores geradoras de resíduos sólidos em toda sociedade. A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 2002, diz que os resíduos da construção civil são de responsabilidade dos geradores e do poder público, um exemplo dessa obrigatoriedade é a devida destinação final dos resíduos de construção e demolição (RCD) a aterros específicos para a reutilização ou reciclagem futura. A fim de evitar graves impactos ambientais que se manifestam através de deslizamentos de encostas, alagamentos, degradação ao meio ambiente, proliferação de doenças, assoreamentos de córregos e rios e vários outros danos causados a população e ao meio ambiente.

O constante crescimento da construção civil confirma a preocupação com o meio ambiente e a escassez de recursos naturais, e assim aumenta a procura por alternativas mais sustentáveis. Deste modo, a implantação de novas tecnologias para o reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos da construção civil vem crescendo, tendendo a reduzir os custos e a preservar o meio ambiente (CARVALHO, 2003 apud KAZMIERCZAK, 2002; ÂNGULO, ZORDAN, JOHN, 2003).

Os problemas gerados pelos RCD na maioria das cidades comprovam a necessidade de uma política de gestão que gerencie a produção, o armazenamento e a reciclagem e/ou o reaproveitamento, tanto pelos órgãos públicos quanto pelas empresas geradoras, dando a cada um suas responsabilidades.

Foi neste sentido que a resolução CONAMA 307/2002, frente aos problemas ambientais gerados pelos RCD, considerou imprescindível a implementação de diretrizes que visam à redução desses impactos, responsabilizando os geradores pela destinação final de seus resíduos e ainda, estabelecendo alguns critérios para a gestão destes resíduos a fim de serem reciclados; tendo em vista, a viabilidade

técnica e econômica de produção e uso desses materiais provenientes da reciclagem.

No entanto, o uso de tais resíduos está atrelado aos procedimentos de gerenciamento das empresas na gestão que trata dos resíduos produzidos pela mesma. Muitas vezes estes resíduos são descartados sem critério, trazendo despesas adicionais para as empresas, e são desprezados por falta de conhecimentos técnicos, fazendo com que a empresa tenha um desperdício maior.

A reutilização ou reciclagem do resíduo é apontada como uma das alternativas para minoração do problema. Não se trata de matéria nova, tendo iniciado na Europa logo após a segunda guerra mundial. No entanto, encontra-se, no Brasil, muito atrasada, apesar da escassez de áreas destinadas aos aterros nas grandes regiões metropolitanas (MEDEIROS et al., 2013).

Devido à grande disponibilidade de resíduos sólidos da construção civil na Grande Vitória, sem a devida destinação final ou de baixo custo, e como forma de reaproveitar esse resíduo, esta pesquisa tem como objetivo identificar a qualidade do agregado miúdo reciclado de RCD, visando determinar se o mesmo encontra-se dentro das especificações previstas pelas normas vigentes, fazer uma análise comparativa sobre a viabilidade técnica entre o agregado miúdo reciclado e o agregado miúdo natural (areia lavada).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de matérias-primas naturais, sendo responsável por um consumo em torno de 50% dos recursos naturais utilizados (AGOPYAN, JOHN, 2011).

Os resíduos devem ser minimizados e reaproveitados não apenas para ter um baixo custo com materiais, mas também por razões ambientais. Tendo em vista o quanto nosso planeta precisa de cuidados, é totalmente válido o reuso dos materiais já retirados do meio ambiente para preservar os recursos naturais que possuímos.

Dados levantados em diversas localidades mostram que a geração dos resíduos de construção e demolição (RCDs) pode alcançar até duas toneladas para cada tonelada de lixo domiciliar (MAZZEO, 2007).

O RCD, disposto de forma inadequada, causa alto impacto, tanto ambiental quanto social, pois suas consequências geram a degradação da qualidade de vida urbana em vários aspectos, como transportes, enchentes, poluição visual e proliferação de vetores de doenças (MAZZEO, 2007).

No Brasil, foi o bairro Higienópolis no ano de 1998, em São Paulo, que iniciou uma política de interesse pelo meio ambiente devido ao comprometimento da paisagem urbana e o tráfego de pedestres e de veículos que promove a multiplicação de vetores de doenças (SCHNEIDER & PHILIPPI, 2004).

O aproveitamento do RCD deve configurar uma das práticas da indústria da Construção Civil na construção de novas habitações com o intuito de minimizar o uso indiscriminado de recursos naturais e a consequente escassez desse produto. Uma vez adotada tal prática, ascenderá significativamente para a redução dos níveis de impacto ambiental e consumo de energia na cadeia produtiva dos subprodutos da construção civil (PAULA, 2010).

Tendo em vista tudo que já foi analisado anteriormente sobre o RCD, diversos estudos têm avaliado as características do RCD como agregado, quando comparado aos agregados naturais, tanto os agregados graúdos quanto os miúdos.

Paula (2010) em sua pesquisa utilizou agregado miúdo reciclado para produção de blocos de alvenaria sem função estrutural. O autor realizou ensaios para caracterização do agregado miúdo natural e reciclado, e encontrou valores de teor de material pulverulento de 12,99% para o agregado natural e 10,09% para o agregado reciclado. Nos ensaios de massa específica e unitária, determinou-se para a areia natural valores de 2,55 kg/dm³ e 1,34 kg/dm³ e para o agregado reciclado de 2,88 kg/dm³ e 1,59 kg/dm³, respectivamente.

Assunção, Carvalho e Barata (2007) utilizaram agregado miúdo de RCD para confecção de argamassas de revestimento. Nos ensaios de caracterização dos materiais, determinaram para a areia de RCD uma massa específica de 2,48 g/cm³,

teor de material pulverulento de 17,86%, impurezas orgânicas ausentes e que a faixa granulométrica se enquadrava na Zona 2 de acordo com a ABNT NBR 7211:2005. Enquanto que para o agregado natural obtiveram para massa específica 2,6 g/cm³, teor de material pulverulento de 3,5%, impurezas orgânicas ausentes e classificação, também na Zona 2 de granulometria.

Malta, Silva e Gonçalves (2013), também utilizaram agregado miúdo reciclado para produção de argamassas. Nos ensaios de caracterização do agregado reciclado e natural os autores encontraram valores de teor de material pulverulento de 4,38% para o natural e 6,09% para o reciclado. Já nos ensaios de massa específica determinou-se para o agregado natural 2,62 kg/dm³ e para o reciclado 2,46 kg/dm³. No ensaio de massa unitária solta o agregado natural apresentou 1,57 kg/dm³ e o reciclado 1,16 kg/dm³. O ensaio de impurezas orgânicas foi satisfatório para as duas amostras.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização dos ensaios foi coletada uma amostra de 20kg de agregado miúdo reciclado de RCD, na empresa URESERRA. Já a amostra de 20kg de agregado miúdo natural foi fornecida pela própria instituição de ensino onde foram realizados os ensaios, MULTIVIX Vitória.

Desde modo, tendo em vista atender os objetivos propostos, foram realizados os ensaios indicados na Tabela 3.1, a fim de obter a qualidade do agregado e saber se o mesmo encontra-se dentro das normas.

Propriedades físicas	Método
Massa Unitária	ABNT NBR NM 45:2006
Massa Específica	ABNT NBR 9776:1987
Composição Granulométrica	ABNT NBR 248:2003
Material Pulverulento	ABNT NBR NM 46:2003

Tabela 3.1 – Ensaio propostos para caracterização dos agregados.
Fonte: Autor (2017)

3.1. Massa Unitária

O ensaio foi realizado conforme as recomendações da ABNT NBR NM 45:2006 e foram feitos os métodos A e C. O método A é utilizado para determinar a massa unitária compactada e o método C determina a massa unitária solta. Dessa forma, foram separadas amostras de 15kg de agregado miúdo reciclado e natural previamente secas em estufa a temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para realização dos ensaios e foi determinada e registrada a massa do recipiente metálico utilizado para realização dos dois métodos.

Primeiramente foi realizado o método A, que consiste em preencher o recipiente em 3 camadas de alturas aproximadamente iguais, tendo cada camada sua superfície nivelada com os dedos e sendo adensada com a haste de adensamento com 25 golpes uniformemente distribuídos. Ao final do adensamento da última camada o recipiente deve ser rasado e sua massa total (recipiente mais material) deve ser aferida.

Já no método C consiste em realizar o preenchimento total do recipiente com o material, sendo o mesmo despejado de uma altura de 30mm com uma espátula de aço. Após o preenchimento o molde deve ser rasado e massa total (recipiente mais material) deve ser aferida. As massas unitárias para o método A e C foram calculadas através da Equação (1).

$$\rho_{ap} = \frac{m_{ar} - m_r}{V} \quad (1)$$

Onde: ρ_{ap} = massa unitária do agregado kg/m^3 ;

m_{ar} = massa do recipiente mais o agregado kg ;

m_r = massa do recipiente vazio kg ;

V = volume do recipiente m^3 .

3.2. Massa Específica

O ensaio de massa específica foi realizado de acordo com a ABNT NBR 9776:1987. Inicialmente foram separadas amostras de 500g, previamente secas em estufa a temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, de agregado miúdo reciclado e natural.

Em seguida, foi colocado água no frasco de *Chapman* até a marca de 200cm³, deixando-o em repouso. Logo após, introduziu-se cautelosamente a amostra de agregado no frasco, agitando-o para a eliminação de todas as bolhas de ar. Posteriormente, foi realizada a leitura do nível atingido pela água, que indica o volume em cm³ ocupado pelo conjunto água e agregado. A massa específica foi calculada pela Equação (2).

$$\gamma = \frac{500}{L-200} \quad (2)$$

Onde: γ = massa específica do agregado miúdo g/cm³;

L = leitura do frasco (volume ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo).

3.3. Composição Granulométrica

O ensaio para determinação da composição granulométrica foi realizado conforme determina a ABNT NBR NM 248:2003. Inicialmente foram separadas amostras de 300g, previamente secas em estufa a temperatura de 105°C ± 5°C, de agregado miúdo reciclado e natural.

Logo após, foram peneiradas manualmente cada amostra segundo a ABNT NBR NM 248:2003, através das peneiras de serie normal 4,75mm a 0,15mm, em ordem crescente da base para o topo. O material retido na peneira foi separado, de tal modo que nenhum grão ficasse preso nas malhas, e posteriormente pesado, anotando-se o valor do material retido em cada peneira e fundo do conjunto.

Finalizou-se com o cálculo das porcentagens médias, retidas e acumuladas em cada peneira, dimensão máxima característica e o módulo de finura. Segundo a ABNT NBR 7211:2009, dimensão máxima característica corresponde à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa. E o módulo de finura é a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras de série normal, dividida por 100.

3.4. Material Pulverulento

O ensaio foi realizado conforme as recomendações da ABNT NBR NM 46:2003 e, inicialmente, foram separadas amostras de 500g previamente secas em estufa a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, de agregado miúdo reciclado e natural.

Posteriormente, adicionou-se água até cobrir a amostra em um recipiente apropriado, e em seguida agitou-se a amostra vigorosamente para que o material pulverulento ficasse em suspensão. Após esse processo, lançou-se a água de lavagem contendo os sólidos em suspensão sobre o jogo de peneiras, 0,075mm e 0,18mm, em ordem crescente da base para o topo.

Repetiu-se esse processo de lavagem até que a água ficasse clara. Logo após, eliminou-se o material pulverulento e retornou-se o material retido na peneira de volta ao recipiente. Finalizou-se com a pesagem da amostra após a secagem total em estufa à temperatura constante de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. O cálculo da quantidade de material que passa pela peneira 0,075mm por lavagem foi realizado pela Equação (3):

$$m = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} \times 100 \quad (3)$$

Onde: m = porcentagem de material mais fino que a peneira de 0,75mm por lavagem;

m_i = massa original da amostra seca g;

m_f = massa da amostra seca após a lavagem g.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Massa Unitária

A massa unitária é a relação entre a massa do agregado lançado no recipiente de acordo com o estabelecido pela ABNT NBR NM 45:2006, e o volume desse recipiente era de $0,01\text{m}^3$.

Na Tabela 4.1 e na Figura 4.1, são apresentados os valores encontrados para as massas unitárias compactada e solta (método A e método C, respectivamente).

Ensaio	Areia reciclada	Areia natural
Massa unitária compactada	1305	1610
Massa unitária solta	1315	1515

Tabela 4.1 – Valores encontrados nos ensaios, em kg/m³
Fonte: Autor.

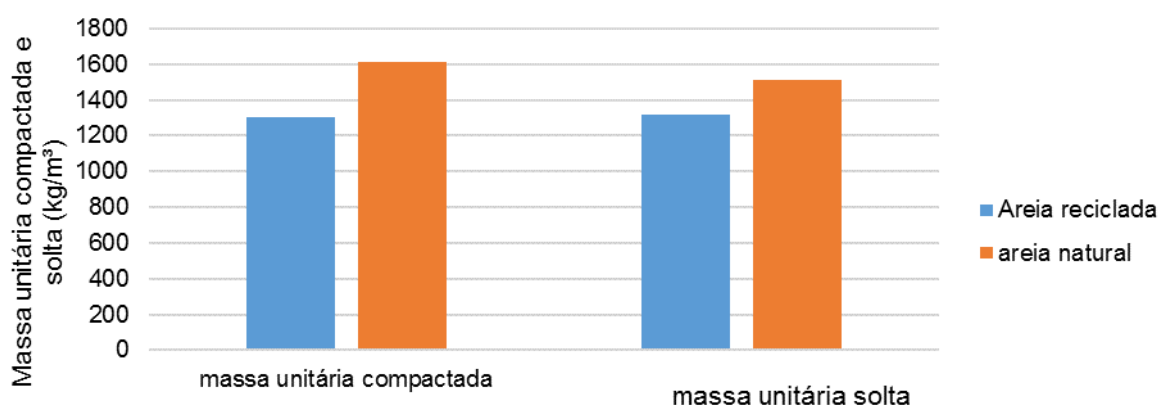


Figura 4.1 – Gráfico com valores encontrados nos ensaios, em kg/m³
Fonte: Autor.

De acordo com Basílio (1995), o valor padrão da grande maioria das massas unitárias reais da areia é de 1.500 kg/m³. Neste caso, os valores encontrados nos ensaios de areia natural estão de acordo com o valor padrão, já os ensaios de areia reciclada estão um pouco abaixo. A massa unitária da areia compactada reciclada apresentou um valor 18,94% abaixo da areia natural, e a massa unitária da areia solta reciclada apresentou-se 13,2% abaixo da areia natural.

Esse resultado mostra que a areia reciclada é mais leve que a areia natural, apresentando menor quantidade de massa por volume. Dessa forma, possivelmente a areia reciclada apresenta uma quantidade maior de vazios.

4.2. Massa específica

Segundo a ABNT NBR 9776:1987, massa específica é a relação entre a massa do agregado seco em estufa até constância de massa e o volume igual do sólido, incluídos os poros impermeáveis.

Os resultados mostrados na Tabela 4.2 e nas Figuras 4.2 e 4.3 são referentes aos ensaios de determinação de massa específica, de acordo com a ABNT NBR 9776:1987, utilizando o frasco de Chapman.

Massa específica	Areia Reciclada	Areia Natural
Ensaio 1	2,5	2,631
Ensaio 2	2,487	2,631
Média	2,493	2,631

Tabela 4.2 – Valores encontrados nos ensaios, em g/m^3
Fonte: Autor.

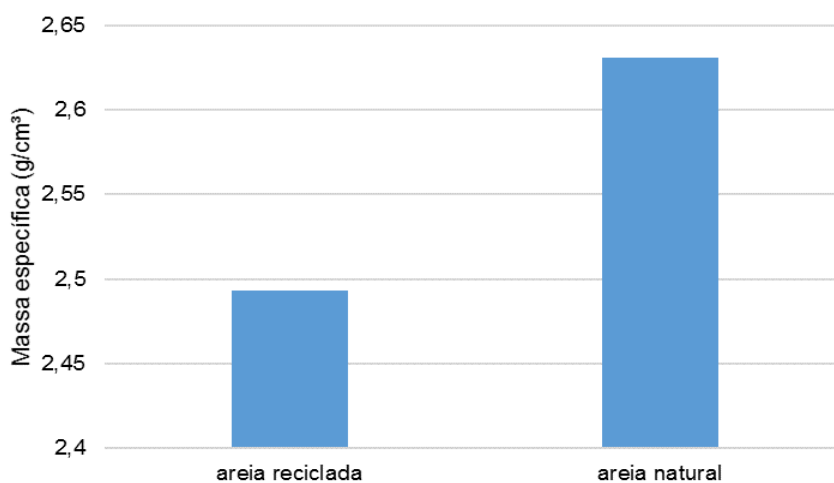


Figura 4.2 – Gráfico com a média dos valores encontrados nos ensaios, em g/m^3
Fonte: Autor.

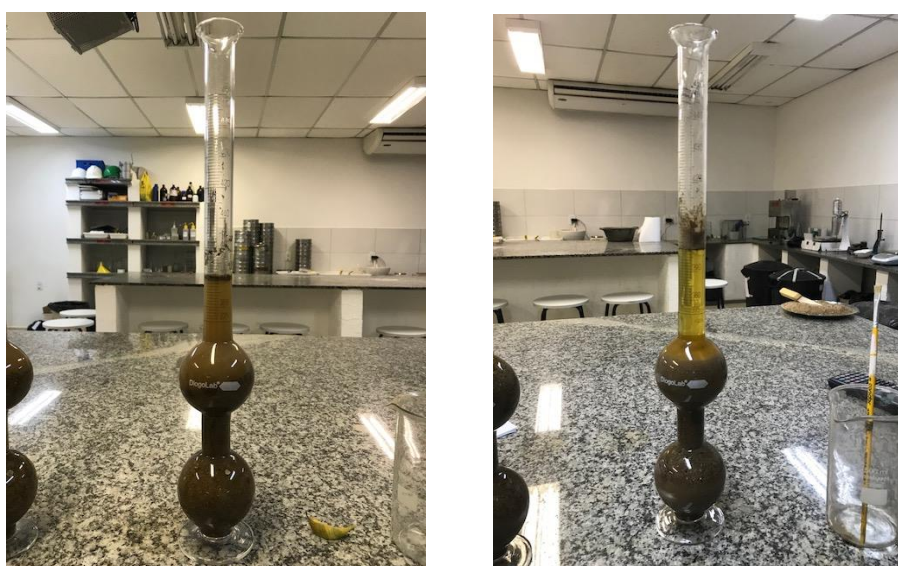


Figura 4.3 – Ensaio massa específica areia natural e reciclada respectivamente, utilizando o frasco Chapman, em g/m^3
Fonte: Autor.

Segundo Andolfato (2002), o valor padrão da grande maioria das massas específicas reais das areias é de 2,6g/cm³.

Os valores encontrados nos ensaios de massa específica para areia natural estão de acordo com o padrão, no entanto os valores para areia reciclada estão um pouco abaixo do normalmente encontrado.

A massa específica da areia reciclada apresentou um valor 5,25% abaixo da areia natural, o que corrobora os resultados encontrados no ensaio de massa unitária compactada e solta. Essa queda no resultado do ensaio de massa específica pode estar possivelmente relacionada com a grande variedade de materiais na composição da areia reciclada, possivelmente materiais cerâmicos mais leves, que contribuem para uma massa específica menor do agregado reciclado.

4.3. Composição Granulométrica

Composição granulométrica é a distribuição do agregado entre várias dimensões, expressa em porcentagem. Os resultados encontrados na Tabela 4.3, são referentes a duas determinações da composição granulométrica, uma para areia reciclada e outra para areia natural, de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003.

Tabela 4.3 – Análise Granulométrica.

Peneiras		Areia Reciclada			Areia Natural		
(Polegadas)	mm	Peso Retido (g)	% Retida	% Retida Acumulada	Peso Retido (g)	% Retida	% Retida Acumulada
nº 4	4,75	7,44	2,48	2,48	2,77	0,92	0,92
nº 8	2,36	35,7	11,9	14,38	7,10	2,37	3,29
nº 16	1,18	72,88	24,29	38,67	32,65	10,88	14,17
nº 30	0,6	60,87	20,29	58,96	63,51	21,17	35,34
nº 50	0,3	65,48	21,83	80,79	129,66	43,22	78,56
nº 100	0,15	36,38	12,13	92,92	58,24	19,41	97,97
Fundo	-	20,68	6,89	99,81	4,52	1,51	99,48
TOTAL		299,43	99,81	-	298,45	99,48	-
Dimensão máxima: 4,75 mm					Dimensão máxima: 2,36 mm		
Módulo de Finura: 2,88					Módulo de Finura: 2,30		

Analisa-se que as amostras de areia reciclada e natural obtiveram módulo de finura dentro do limite da zona ótima de utilização (2,20 a 2,90), estabelecido pela ABNT NBR 7211:2009. Todavia, a areia reciclada obteve um módulo de finura 25,22% maior que a areia natural, já sobre a dimensão máxima característica, a areia reciclada apresentou um valor 24,62% menor que a areia natural.

No entanto, apesar dos dois agregados estarem dentro da zona ótima de utilização, percebe-se que o módulo de finura e a dimensão máxima característica do agregado reciclado são maiores que as do agregado natural. Isso evidencia a maior granulometria do agregado reciclado quando comparado ao natural.

4.4. Material Pulverulento

Materiais pulverulentos são partículas minerais com dimensão inferior a 0,075m, inclusive os materiais solúveis em água, presentes nos agregados (ABNT NBR 7219:1987). Na Tabela 4.4 e nas Figuras 4.4 e 4.5, são apresentados os resultados encontrados no ensaio de teor de material pulverulento para o agregado reciclado e para o natural.

Ensaio	Areia Reciclada	Areia Natural
Material Pulverulento	13,06	2,46

Tabela 4.4 – Valores encontrados nos ensaios, em %
Fonte: Autor.

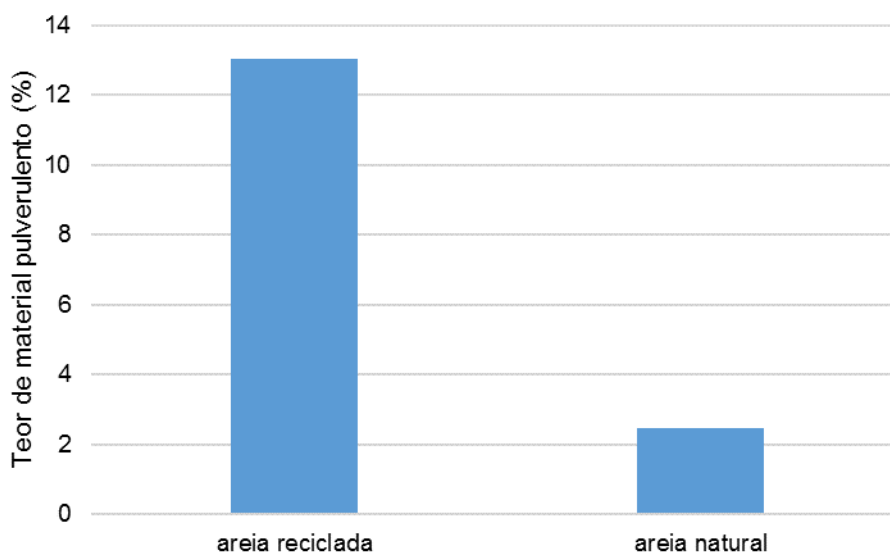


Figura 4.4 – Gráfico com valores encontrados no ensaio, em %
Fonte: Autor.



Figura 4.5 – Ensaio material pulverulento, comparação da água de lavagem inicial e final da areia natural e reciclada respectivamente.
Fonte: Autor.

Seu conhecimento é de extrema importância, pois em alto teor diminuem a aderência do agregado a pasta ou argamassa, prejudicando de forma direta a resistência mecânica e a trabalhabilidade do concreto podendo causar danos indesejáveis caso a areia não fosse previamente analisada (MEIER, 2011 apud ANAPRE, 2011).

A ABNT NBR 7211:2003 estabelece para o agregado miúdo um teor máximo de 3,0% para concreto sujeito ao desgaste superficial e 5,0% para concretos protegidos do desgaste superficial.

O valor encontrado no ensaio de areia natural, 2,46%, está de acordo com o valor estabelecido pela norma, para as duas condições, portanto, o mesmo pode ser empregado tanto para concreto sujeito ao desgaste superficial como para outros concretos.

Já o resultado obtido da amostra de areia reciclada, obteve um valor 430,9% maior que o da areia natural e não se enquadra em nenhuma das duas condições de utilização que a ABNT NBR 7211:2003 estabelece. Uma proposta para utilização do agregado reciclado, de forma que atenda aos critérios da norma, seria promover

uma lavagem do mesmo antes da utilização, de forma a, possivelmente, eliminar o excesso de materiais pulverulentos presentes na amostra.

5. CONCLUSÃO

A qualidade e a trabalhabilidade do concreto variam de acordo com o tipo de materiais utilizados em sua composição. A areia natural sempre foi utilizada no concreto para diminuição do uso do cimento, e tendo característica de se agregar a composição de cimento, água e brita formando o concreto.

Algumas características da areia são de fundamental importância no resultado final do concreto, e neste trabalho foram analisadas quatro características da areia natural e reciclada para efeito comparativo. Como apresentado em seus resultados, a areia reciclada e a areia natural apresentaram valores significativamente parecidos.

No ensaio de massa unitária, a diferença entre os valores da areia reciclada e da areia natural foi de 7,33%, o que caracteriza a areia reciclada como menos densa do que a areia natural. No ensaio de massa específica, foi-se obtido uma diferença de 4,1% entre a areia reciclada e a areia natural.

O ensaio de granulometria foi o que apresentou uma maior diferença entre as areias, sendo que a areia natural apresentou um valor de 2,30 de módulo de finura, enquanto a areia reciclada 2,88.

No ensaio de materiais pulverulentos, a areia natural apresentou um teor de materiais de 2,46%, enquanto a areia reciclada apresentou um teor muito acima do permitido pela norma ABNT NBR 7211:2003. O que pode indicar que a areia natural possa apresentar uma maior resistência, considerando que o preenchimento dos vazios seja feito com mais cimento e água do que com materiais pulverulentos.

Nos ensaios apresentados anteriormente, a diferença entre os agregados natural e reciclado não apresentou uma discrepância, atendendo as necessidades para utilização no concreto, tendo como principal característica a variação em seus

respectivos pesos e volumes, mas que pode ser preenchido com a variação no traço do concreto, pois as areias apresentaram características volumétricas diferentes.

6. REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. In: GODEMBERG, J. (Coord.). *Sustentabilidade*. São Paulo: Bluncher, 2011. V. 5.

ANDOLFATO, R. P.; **Controle tecnológico básico do concreto**. Núcleo de ensino e pesquisa da alvenaria estrutural – UNESP, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9776/87**. Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45/06**. Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248/03**. Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7218/10**. Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211/09**. Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7219/87**. Determinação do teor de material pulverulento. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 49/01**. Determinação de impurezas orgânicas. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46/03**. Determinação do material fino que passa através da peneira 0,075mm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

ASSUNÇÃO, L. T. de; CARVALHO, G. F. de; BARATA, M. S. **Avaliação das propriedades das argamassas de revestimento produzidas com resíduos de construção e demolição como agregados.** *Exacta*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 223-230, jul./dez.2007.

BASÍLIO, E. Santos. **Agregados para concreto ET 41**, ABCP 1995.

CARVALHO, C. L. S.; **Inovações Tecnológicas, reciclagem e redução de custos na indústria de construção civil.** Projeto de iniciação científica – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2003.

CONAMA, 2002. Disponível em: <
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> >. Acesso em: 20 setembro 2017.

GONÇALVES, P.; BRITO, J.; **Utilização de agregados reciclados em betão. Análise comentada da regulamentação existente**, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

MAZZEO. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)** – aspectos gerais da gestão pública de São Carlos/SP. São Paulo, 2007.

MEIER, D.; **Análise na qualidade do agregado miúdo fornecido em Curitiba e Região Metropolitana.** Trabalho de conclusão de curso – Curso de Tecnologia em Concreto, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2011.

PABLOS, J. M.; SICHIERI, E. P.; **Estudo de reciclagem do resíduo sólido constituído por areias de fundição aglomeradas com argila.** XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza - CE, 2008.

PAULA, P. R. F.; **Utilização dos resíduos da construção civil na produção de blocos de argamassa sem fundação estrutural**, Mestrado – Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.

SCHNEIDER, D. M.; PHILIPPI Jr., A.; **Gestão pública de resíduos da construção civil no município de São Paulo**, São Paulo, 2004.