

ÁREA TEMÁTICA: Área 1: Gestão Ambiental

PERCEPÇÃO DE FORNECEDORES DA ÁREA DE TRANSPORTE QUANTO À DENSIDADE APARENTE DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Frank Kiyoshi Hasse¹ (frankhasse@alunos.utfpr.edu.br), Anelise Schmitz^{1,2} (anelise.schmitz@gmail.com), Fabiano Barreto Romanel¹ (fabiano.romanel@gmail.com), André Nagalli¹ (nagalliutfpr@gmail.com)

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná

²Universidade Federal do Paraná

RESUMO

Considerando os impactos ambientais potenciais, a atividade de transporte de resíduos sólidos demanda controle e rastreabilidade efetivos. Uma das formas de possibilitar este controle é a utilização de documentos que registrem características associadas ao transporte. A plataforma MTR-SINIR, de uso obrigatório desde o início de 2021, requer que seus usuários tenham conhecimento de características dos resíduos gerados, tais como a densidade aparente. O objetivo deste trabalho foi investigar a percepção de fornecedores da área de transporte de resíduos sólidos quanto à densidade aparente de resíduos da construção civil. Por meio de entrevista semiestruturada foram levantados dados sobre a densidade aparente de dez tipos de resíduos da construção civil e comparados à literatura. Os resultados da investigação mostraram que a percepção dos funcionários das empresas transportadoras quanto à densidade aparente dos resíduos diverge, no geral, dos valores identificados na literatura. Conclui-se que o setor carece de padronização e controle na quantificação de resíduos, que só será possível por meio de capacitação de funcionários do setor, intensificação e implantação de sistemas de pesagem, consolidação de informações técnico-científicas e melhoria do processo de gestão dos resíduos gerados.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil; Transporte; Quantitativo.

PERCEPTION OF TRANSPORT AREA SUPPLIERS REGARDING THE APPARENT DENSITY OF CONSTRUCTION INDUSTRY WASTE

ABSTRACT

Considering the potential environmental impacts, the solid waste transport activity demands effective control and traceability. One of the ways to make this control possible is the use of documents that record characteristics associated with transport. The MTR-SINIR platform, which has been mandatory since the beginning of 2021, requires its users to be aware of the characteristics of the waste generated, such as apparent density. The objective of this work was to investigate the perception of suppliers in the area of solid waste transport regarding the apparent density of construction industry waste. Through semi-structured interviews, data on the apparent density of ten types of construction industry waste were collected and compared to the literature. The results of the investigation showed that the perception of employees of transport companies regarding the apparent density of waste diverges, in general, from the values identified in the literature. It is concluded that the sector lacks standardization and control in the quantification of waste, which will only be possible through training of sector employees, intensification and implementation of weighing systems, consolidation of technical-scientific information and improvement of the management process of generated waste.

Keywords: Construction Industry Waste; Transport; Quantitative.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil representa um dos maiores setores econômicos responsável pelo consumo de recursos naturais e também poluidores do meio ambiente em toda a sua cadeia produtiva. Os Resíduos da Construção Civil (RCC) representam altos volumes, e cada vez mais, se torna necessária a formulação de um plano específico para o gerenciamento e controle desses resíduos e a formulação de políticas públicas para pequenos e grandes geradores (CATUNDA PINTO; SANTOS; CATUNDA, 2015; MEDEIROS et al., 2018).

Destaca-se também a necessidade de criar programas específicos, na área de gestão ambiental por parte dos atores envolvidos, ligados diretamente à produção (construção civil) e os gestores públicos (CATUNDA PINTO; SANTOS; CATUNDA, 2015). Em relação ao controle dos RCC, as taxas de geração de resíduos sólidos na construção civil variam conforme o tipo de obra e são dependentes de diversos fatores, por isso, é importante dispor de indicadores de geração de resíduos para criar ações de planejamento e gestão (NAGALLI GERALDO FILHO; BACH, 2020).

Assim, o estudo das quantidades e respectivas densidades é importante para a melhoria dos projetos de gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras, de forma a incentivar a destinação correta dos RCC, seja para a reutilização, reciclagem, beneficiamento ou descarte. Além disso, com a caracterização e quantificação dos resíduos pode-se melhorar o dimensionamento de equipamentos utilizados para a logística, aperfeiçoar os métodos de tratamento e destino final e obter uma previsão dos custos dos resíduos (VASCONCELOS; LEMOS, 2015). No tocante à densidade aparente média dos resíduos sólidos usualmente é variável e está diretamente ligada às características físicas de cada tipo de material (NAGALLI GERALDO FILHO; BACH, 2020).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi investigar a percepção de fornecedores de empresas de transporte de resíduos sólidos quanto aos valores de densidade aparente de resíduos da construção civil utilizados no preenchimento da documentação aplicável.

3. METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico, esta pesquisa se classifica como estudo de caso, que consiste em uma investigação empírica, que abrange planejamento, técnicas de coleta de dados e análise dos mesmos (YIN, 2010). Como estratégia de apoio na pesquisa foi criada uma entrevista semiestruturada, com questões pré formuladas, que circulam no momento e situação de realização da entrevista, assim como na escuta e na análise desta. Optou-se por este método, pois o entrevistador pode esclarecer o significado das perguntas e adaptar-se mais facilmente às pessoas e às circunstâncias nas quais se desenvolve a entrevista (SILVA et al., 2006). Ao longo da entrevista novas perguntas foram elaboradas de acordo com as respostas obtidas.

Os entrevistados foram questionados quanto aos valores de densidades aparentes que utilizavam e/ou indicavam para seus clientes utilizarem nos documentos de gestão (Manifestos de Transporte de Resíduos, por exemplo) para os seguintes resíduos de construção civil: calça, aço, pallet de madeira, papelão prensado, concreto/alvenaria, gesso/drywall, madeira, plástico/papelão, equipamentos de proteção individual, tinta, pincel (contaminados) e vidro/fibra de vidro(contaminados).

Foram consultadas duas empresas que fazem o recolhimento e transporte de RCC. Para fins de estudo foram nomeadas de “Empresa X” e “Empresa Y”. Com o propósito de chegar aos resultados esperados foram realizados levantamentos a partir de contato telefônico para a coleta de dados e informações. Ao entrar em contato telefônico, primeiramente foi explicada a finalidade da entrevista, em um segundo momento após o esclarecimento e o aceite das empresas, foram realizados os questionamentos, enfatizando que se tratava de um estudo investigativo para o levantamento sobre a massa e volumes de resíduos da construção civil.

A primeira entrevista foi realizada com um funcionário da empresa nomeada de “Empresa X”. Esta atua na gestão ambiental de serviços e gerenciamento de resíduos industriais, destinação final de resíduos, participando ativamente na elaboração de leis e normas da ABNT, junto a entidades de classe para padronização de serviços. Atua também na área de coleta de resíduos industriais e

atende pequenos e grandes geradores de resíduos, comprometidos com o desenvolvimento socioambiental, além de possuírem licenças ambientais de operação para atendimento em diversos estados brasileiros, com sedes próprias e parceiros locais. Foi entrevistado um funcionário da empresa que atua no estabelecimento com sede em São José dos Pinhais, Paraná.

Já a empresa “Empresa Y” atua há mais de 40 anos no mercado e faz o gerenciamento de resíduos para setores públicos e empresas privadas, com controle e rastreabilidade dos procedimentos da origem até o destino final. Especializada no desenvolvimento de projetos especiais e de grande porte, cumpre com todos os requisitos legais da coleta, do destino, do transporte, das documentações e das auditorias. Foi entrevistado um funcionário da empresa com sede em Curitiba, Paraná.

Desta forma, foram desenvolvidas questões que fundamentaram previamente a entrevista, não necessariamente indagadas na mesma ordem, mas que responderam às lacunas dos itens a seguir:

- Que tipos de resíduos são transportados pela empresa?
- Existe o controle de massa por tipo de resíduo por caçamba?
- Qual é a volumetria de uma caçamba de transporte convencional usada para a empresa para esses tipos de resíduos mencionados?
- Qual é a massa transportada e o volume para cada classe/tipo de resíduo?

O registro de dados foi feito por anotação das informações. Posteriormente, foi realizada a pesquisa de fontes de referência de densidades semelhantes aos tipos de resíduos levantados, com base em artigos científicos e trabalhos acadêmicos. Assim, puderam ser comparados os dados levantados a partir da entrevista, com os encontrados no referencial teórico. Por fim, foram elaboradas tabelas e gráficos sintetizando as informações e realizadas as devidas análises. Cabe ressaltar que neste estudo, os autores não tiveram acesso às informações documentadas pelas empresas, como por exemplo, manifesto de transporte de resíduos ou registros físicos das empresas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação da entrevista semiestruturada e das informações coletadas a respeito dos resíduos, verificou-se que cada empresa apresentou diferentes tipos e quantidades de resíduos coletados e transportados. Quanto à capacidade volumétrica das caçambas estacionárias, os entrevistados afirmaram que a capacidade usual para utilização em obras é de 5m³. Em atividades de transbordo ou junto a destinatários, é habitual a utilização de caçambas estacionárias de capacidade maior, 30m³ e 40m³, entre outras.

Ao todo, foram investigados 10 tipos de materiais, sendo 4 na Empresa X e 6 na empresa Y. O conhecimento das características de massa (M), volume (V) e identificação dos resíduos estudados, a relação entre massa (kg) e volume (m³), resultando na densidade aparente (kg/m³) - D, a classe do resíduo conforme a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Relações e pesquisas efetivadas a partir da pesquisa de resíduos

Item	Resíduo	Empresa	M (kg)	V (m ³)	D (kg/m ³)	Classe RCC
1	Calça de obra	X	4250	5	850	A
2	Aço	X	5500	5	1100	B
3	Pallet	X	800	5	160	B
4	Papelão prensado	X	800	5	160	B
5	Concreto/alvenaria	Y	2500	5	500	A
6	Gesso/drywall	Y	1350	5	270	B
7	Madeira	Y	600	5	120	B
8	Plástico/papelão	Y	65	5	13	B
9	EPI, Tinta, Pincel (contaminados)	Y	225	5	45	D
10	Vidro/fibra de vidro (contaminados)	Y	700	5	140	D

Fonte: Os autores (2022).

Além de ser calculada a densidade aparente dos resíduos em pauta, também foi investigada a densidade aparente de materiais similares a partir de referências pesquisadas, conforme consta na Tabela 2. Observa-se, nas notas de rodapé desta tabela, a origem das fontes pesquisadas para comparação. Por fim, calcularam-se os percentuais de diferença entre as densidades aparentes calculadas a partir das informações coletadas nas empresas e as de referências pesquisadas. Pode ser verificada a variação das densidades para cada material informado na investigação com a base de referência, conforme observado, tanto na Tabela 2, quanto na Figura 1. Nestas comparações, o resíduo que apresentou maior variação de densidade foi o plástico/papelão, que oscilou de 13 kg/m³ obtida na entrevista para 88,33 kg/m³ obtida a partir da média dos valores encontrados por Nagalli; Geraldo Filho e Bach (2020); Vasconcelos e Lemos (2015) e Silva e Santos (2011) (fonte de referência similar) numa variação de 579,49%. Isso pode ter ocorrido devido a diversos fatores, entre eles, as características dos resíduos, acomodação da carga, entre outros. Outro material que apresentou alta variação de densidade aparente foi o gesso/drywall tendo variado de 270kg/m³ na entrevista para 818,44kg/m³, cerca de 203,13% a mais na referência similar estudada por Vasconcelos e Lemos (2015). Destaca-se também as características referentes aos materiais constituintes do gesso e drywall, a forma, o tamanho de conservação ou não das placas, quantidades de vazios, entre outros, podem ter influenciado nessa diferença de densidades.

Tabela 2. Comparação entre as densidades aparentes resultantes da entrevista realizada e literatura

Item	Resíduo	D informada (kg/m ³)	D Referência (kg/m ³)	Diferença Percentual D informada para a D referência
1	Caliça de obra	850	753,56***	11,35% (-)
2	Aço	1100	334*	69,64% (-)
3	Pallet	160	-	
4	Papelão prensado	160	159,67 *	0,21% (-)
5	Concreto/alvenaria	500	753,56***	50,71% (+)
6	Gesso/drywall	270	818,44***	203,13% (+)
7	Madeira	120	162,67 *	35,56% (+)
8	Plástico/papelão	13	88,33 *	579,49% (+)
9	EPI, Tinta, Pincel (contaminados)	45	-	-
10	Vidro/fibra de vidro (contaminados)	140	50**	64,29% (-)

Notas:

* Média de valores obtidos por Nagalli; Geraldo Filho e Bach (2020); Vasconcelos e Lemos (2015) e Silva e Santos (2011).

**Valor obtido por Silva e Santos (2010).

***Valor obtido por Vasconcelos e Lemos (2015).

Fonte: Os autores (2022).

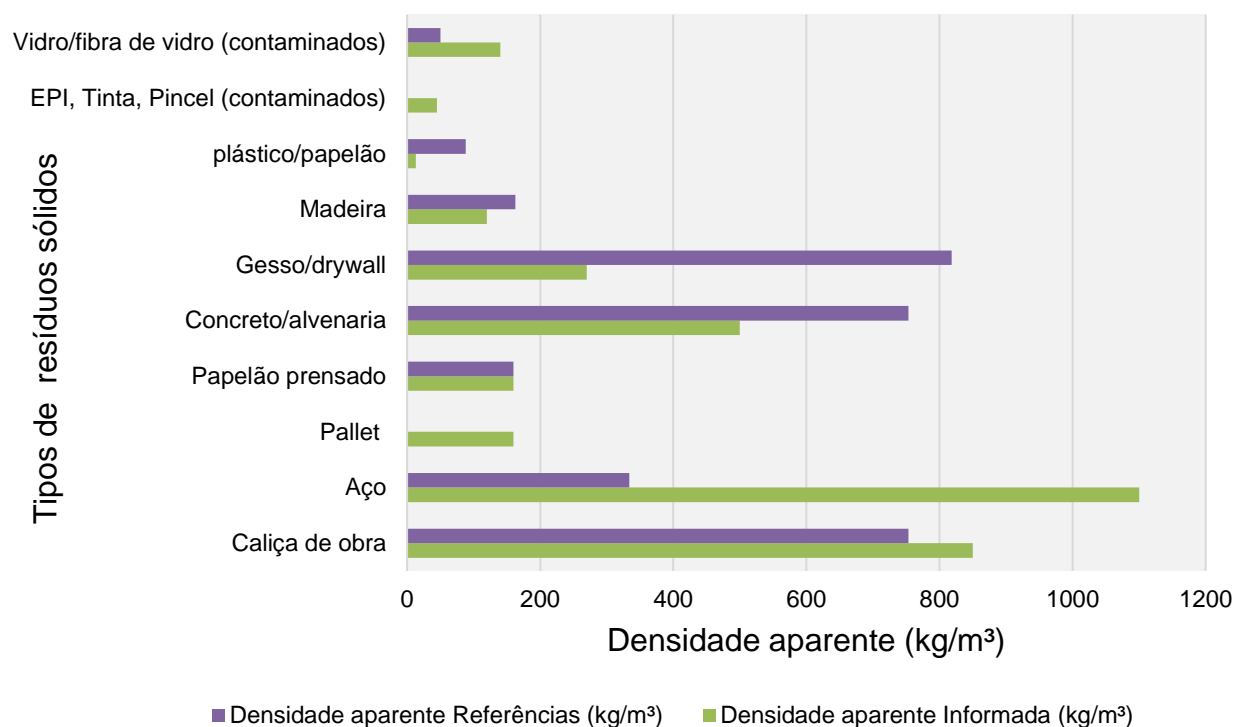
Outro exemplo, foi o aço, cuja a densidade aparente variou de 1100kg/m³ para 334kg/m³, cerca de 69,63% a menos do que a referência similar estudada pela média de valores obtidos por Nagalli; Geraldo Filho e Bach (2020); Vasconcelos e Lemos (2015) e Silva e Santos (2011). A densidade dos resíduos de metal pode variar de acordo com a sua tipificação: aço, ferro, alumínio, cobre, entre outros. Pode haver diferentes quantidades de vazios, por exemplo, barras mais alongadas ou

dobradas criam mais vazios do que aços curtos acondicionados na caçamba. Neste sentido, a variabilidade é atribuída não somente às características distintas dos materiais e às formas de acondicionamento, mas também à escala de medição. Observou-se que coleta e seleção de resíduos, como do aço, está ficando escassa como descarte, pois tem alto valor agregado para reciclagem ou reuso.

Nas ocorrências onde as densidades estão bem próximas das referências investigadas, destaca-se o caso do papelão prensado que obteve a densidade aparente de 160kg/m³, equivalente à identificada na literatura (NAGALLI, GERALDO FILHO e BACH, 2020; VASCONCELOS e LEMOS, 2015; SILVA e SANTOS, 2011). Justifica-se por ter um sistema de amarração do tipo fardo de papel reciclado, onde as empresas que recebem os resíduos recicláveis, fazem uma filtragem e levam os papelões/papéis para serem prensados, desta forma há a expulsão de vazios e melhor acomodação da carga. Essa etapa é feita com o uso de prensas industriais que realizam a compactação dos resíduos coletados. Ainda na prensa, é feita a amarração do material para que ele não se solte ao longo do transporte nem se misture com outros resíduos.

A densidade aparente identificada no processo de entrevista para calça/entulho (753,56 kg/m³) mostrou-se similar à identificada em Vasconcelos e Lemos (2015), de 850kg/m³, uma diferença de 11,35%.

Figura 1. Comparação entre as densidades aparentes registradas durante o processo de entrevista e as identificadas na literatura



Fonte: Os autores (2022).

Da comparação realizada (Figura 1), depreende-se que os valores de densidade aparente reportados pelos entrevistados não são plenamente compatíveis com os observados na literatura especializada. Desta forma, pressupõe-se que os documentos afetos à gestão de resíduos estão sendo preenchidos conforme orientações dos fornecedores da área de transportes, de modo que pode estar havendo incorreções em seu registro. Trata-se de uma questão importante, na medida em que os valores reportados nos documentos de gestão, são utilizados não só para fins de

fiscalização e controle da obra, mas também para fins de planejamentos regionais e nacionais, vez que reportados em relatórios e inventários governamentais.

Nesse sentido, enfatiza-se que a densidade aparente pode ter seu valor variado em função das circunstâncias de momento e locais. As diferenças observadas podem estar relacionadas às características físicas dos resíduos, forma, tamanho, material constituinte, origem e acomodação da carga. Isto pode ocorrer por se tratarem de tipos de resíduos diferentes, de origens diferentes, por terem sido recolhidos em diferentes postos de coleta. Além das características dos resíduos, a densidade aparente também pode ser influenciada pela capacidade do recipiente de medição (efeito de escala) e a quantidade de vazios em cada tipo de material.

Assim, é fundamental que funcionários do setor de transportes estejam capacitados para bem orientar seus clientes quanto ao correto preenchimento da documentação aplicável. Some-se a isto a eventual necessidade da ampliação da estrutura de pesagem de resíduos, que possibilitaria o preenchimento correto da documentação, usualmente preenchida por meio dos parâmetros volume da caçamba estacionária e densidade aparente do resíduo. Apesar dos entrevistados reportarem que a experiência por estes reunida (que levaram a estes valores de densidades aparentes) é fruto de histórico de pesagens de cargas que incluem atuação junto a indústrias (resíduos industriais), observa-se que nem todos os fornecedores do setor dispõem de tal estrutura e que as densidades aparentes dos resíduos costumam variar de carga para carga.

Por fim, identificou-se a necessidade do sistema de controle de resíduos ser aprimorado, quer pelo adequado preenchimento dos registros de transporte, quer pela capacitação dos envolvidos. O parâmetro densidade aparente de resíduos mostrou-se instrumento útil à conversão de unidades (massa-volume), requerendo para sua utilização rigor técnico.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho realizou um diagnóstico da percepção de funcionários de empresas transportadoras de resíduos sólidos quanto à densidade aparente dos resíduos da construção civil. Os entrevistados reportaram trabalhar com valores de densidades aparentes de resíduos de construção diferentes dos encontrados na literatura. Considerando que tais valores são utilizados no processo de conversão de quantidades de resíduos de sistemas em massa para sistemas em volume, e vice-versa, observou-se que pode haver grande repercussão sobre o processo de gestão e de controle de resíduos.

Ainda que a literatura registre significativa variação de valores para o parâmetro densidade aparente dos diferentes resíduos de construção, faz-se necessário que o sistema de gestão documental de resíduos represente efetivamente o que está sendo transportado.

Os resultados do estudo sinalizam para a necessidade de capacitação de funcionários do setor de transporte, bem como para a melhoria do processo de controle de resíduos. Nota-se que pode estar havendo super ou subdimensionamento das cargas de resíduos transportadas e reportadas através dos sistemas de gestão, tais como o MTR-SINIR e respectivo inventário.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004 – Resíduos sólidos – Classificação. 2004.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2002) Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002.

CATUNDA PINTO, C. H.; SANTOS, A. L. DOS; CATUNDA, A. C. M. M. Percepção da legislação ambiental, gestão e destinação final dos RCD – Resíduos da Construção e Demolição: Um estudo de caso em Parnamirim/RN/Brasil. HOLOS, v. 2, p. 33, 18 abr. 2015.

MEDEIROS, C. R. et al. Resíduos da Construção Civil: cenário atual, planejamento e propostas para o município de Macaé-Brasil. *Revista Internacional de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 225–243, 4 dez. 2018.

NAGALLI, A.; GERALDO FILHO, P. R.; BACH, N. S. Densidade aparente média de resíduos sólidos coletados em uma obra portuária. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 9, n. 19, jul/dez. 2020.

SILVA, G. R. F.; MACÊDO, K. N. F.; REBOUÇAS, C. B. A.; SOUZA, A. M. A. Entrevista como técnica de pesquisa qualitativa. *Online Brazilian Journal of Nursing*, v. 5, n. 2, p. 246–257, 2006.

SILVA, M.C.; SANTOS, G. O. Densidade aparente de resíduos sólidos recém coletados. *Anais do V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (CONNEPI)*. 2010.

SOUZA, L. G. M.; MOTA, M. K. F.; SOUZA, L.G.V.M.; CIPRIANO, J. M.; SANTIAGO, B. H. S.; SANTOS, R. D. Espuma de poliuretano (PU) rígido de alta densidade pós-consumo na fabricação de blocos de vedação de baixo custo para área habitacional. *Anais do VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica*. Campina Grande, Paraíba. 2010.

VASCONCELOS, B. K.; LEMOS, C. F. Densidade aparente dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte-MG. *Anais do VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Porto Alegre/RS. 2015.

YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. (5ª Ed.) Porto Alegre: Bookman. 2010.