

III-430 - ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AVANÇO FÍSICO DE OBRAS E ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Gabriela Fagundes Mendes⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP.

Analista Ambiental na Ambiência Soluções Sustentáveis.

Ana Beatriz de Oliveira Ruas⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Analista Ambiental na Ambiência Soluções Sustentáveis.

Cristiane Ferreira Pimenta⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela FUMEC. Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental pelo Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG. Sócia e Coordenadora da empresa Ambiência Soluções Sustentáveis. Ampla experiência em assuntos relacionados à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos com destaque para centrais de recebimento e reciclagem, resíduos da construção civil e elaboração de planos municipais.

Henrique Ferreira Ribeiro⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental pela FUMEC e MBA em Gestão Estratégica de Negócios pela UNA.

Fundador e Sócio Diretor das empresas Ambiência Soluções Sustentáveis e NETResíduos Sistema para Gerenciamento de Resíduos. Atua exclusivamente com gestão e gerenciamento de resíduos desde 2010.

Matheus Leste Pinheiro⁽⁵⁾

Engenheiro Ambiental pela Fundação Mineira de Educação e Cultura - FUMEC. Especialista em gestão de projetos pela Universidade de São Paulo - USP.

Analista Ambiental na Ambiência Soluções Sustentáveis

Endereço⁽¹⁾: Rua Itaí, 489, apartamento 302 – Santa Efigênia - Belo Horizonte - MG - CEP: 30260.290 - Brasil – Tel.: +55 (31) 98394-3816 - e-mail: gabrielafagundes@ambiencia.org

RESUMO

O avanço físico de obras é um importante indicador de progresso em um projeto de construção, mas também pode estar associado à geração de resíduos. Por este motivo, este estudo analisou a possível correlação entre o avanço físico de obras e o índice de geração de resíduos em obras verticais e horizontais que utilizaram a metodologia construtiva em parede de concreto. O objetivo do estudo foi otimizar a alocação de recursos para o gerenciamento de resíduos e reduzir o custo da obra. Os resultados mostraram que não foi possível estabelecer uma correlação direta entre as variáveis, devido às particularidades de cada obra e metodologia utilizada. Desta maneira indicam a necessidade de aumentar a amostra de obras e realizar um estudo mais aprofundado do avanço físico da obra, através da obtenção do cronograma de atividades juntamente ao avanço físico, pois seria possível determinar as atividades que impactam mais no índice de geração de resíduos e, desta forma, melhorar o gerenciamento de resíduos e conseqüentemente alcançar a redução de custos. Concluiu-se que a análise do avanço físico pode ser uma ferramenta útil para identificar pontos críticos no gerenciamento de resíduos, mas que é necessário considerar as particularidades de cada obra para uma melhor compreensão dos fatores que afetam a geração de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de Resíduos, Índice de Geração, Construção Civil, Avanço de Obras, Resíduos Sólidos.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor que gera grandes quantidades de Resíduos de Construção e Demolição – RCD. Com o crescimento populacional, há um aumento na demanda do setor pela busca de técnicas que utilizem sistemas mais eficientes, de modo a aumentar a produtividade e diminuir a geração de resíduos (CRASTO, 2005), pois mesmo que não apresentem características de periculosidade, são gerados em grandes quantidades.

Com isso, a metodologia construtiva em Parede de Concreto pode apresentar-se como uma alternativa para construções econômicas e de qualidade, mostrando-se produtiva e com um bom “custo x benefício” (BRAGUIM, 2013).

Segundo Mattos (2010), um bom planejamento e acompanhamento do avanço do cronograma permite a detecção de situações desfavoráveis e indícios de desconformidades, para que o gestor possa tomar providências a tempo e minimizar impactos no custo.

De acordo com Pinto (1999), estima-se que para a construção empresarial há uma geração de resíduos variando entre 20 a 30% da massa total de materiais, demonstrando assim, a importância de um bom planejamento e controle dos processos, que são peça fundamental para a melhoria do gerenciamento das construções.

Outro fator importante atrelado à geração de resíduos, segundo informações divulgadas em 2021 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – Abrelpe, em 2020 foram registrados 47 milhões de toneladas de RCD, representando um crescimento 5,5% com relação ao ano anterior.

Diversos autores ressaltam a importância do Índice de Geração de Resíduos (IGR) no planejamento de construções civis, para estabelecer metas na minimização dos resíduos gerados e, conseqüentemente, no custo da obra. Há ainda de se considerar que os quantitativos de resíduos gerados por uma construção são relacionados a diferentes fatores, entre deles, e talvez o mais forte, é o método construtivo aplicado, já que, de acordo com a literatura há variações no índice de acordo com a metodologia aplicada.

Neste aspecto, há demanda no conhecimento da relação entre o índice de geração de resíduos, o avanço físico de obra e a metodologia construtiva aplicada, visto que atualmente há poucos estudos que abordam esta relação.

Este artigo, traz uma análise de relação entre o avanço físico de obras e índice de geração de resíduos, a fim de verificar a possibilidade da estimativa de geração em determinado momento da obra e, conseqüentemente, melhorar o controle de custo na destinação de resíduos.

OBJETIVO

Com base nas informações sobre o índice de geração obtidas na literatura disponível e através da análise dos dados de seis obras em parede de concreto, o presente trabalho objetiva uma análise da possível correlação entre o índice de geração de resíduos e o avanço físico de obra, para construções que utilizam a metodologia parede de concreto.

Se confirmada a hipótese de uma correlação entre as variáveis citadas acima, seria possível melhorar o planejamento da alocação de recursos para o gerenciamento de resíduos e, conseqüentemente, a minimização do custo da obra.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram escolhidas seis construções residenciais, em parede de concreto e de uma mesma construtora. Destas obras, três são consideradas obras verticais (com mais de quatro pavimentos) e três horizontais (com quatro ou menos pavimentos), todas elas já finalizadas.

O gerenciamento de resíduos destas obras era acompanhado por uma empresa de consultoria especializada no gerenciamento de resíduos, a Ambientia Soluções Sustentáveis, e os dados de saída de resíduos registrados através de um sistema online chamado NETResíduos, onde foram obtidos os dados para a análise deste trabalho.

O quantitativo de resíduos de cada obra foi obtido através dos dados do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), documento que deve ser emitido toda vez que ocorrer uma saída de resíduo e que possui informações como: tipo de resíduo gerado, quantidade, área receptora, transportadora, data do transporte, entre outros. Já o avanço físico das obras analisadas, foi calculado através do avanço das medições de custo (%) e, então, convertido para área construída (m³).

Com isso, foi possível obter o índice de geração de resíduos ao longo do avanço físico das obras, calculando os metros cúbicos de resíduo por área construída.

O processamento dos dados foi feito utilizando os softwares Excel e Power BI, da Microsoft, onde foi possível fazer análises estatísticas como média de IGR, mediana, desvio padrão e variância.

Foram considerados, também, os valores de IGR já encontrados na literatura, descritos na Tabela 1, que apesar de não distinguirem em metodologia construtiva, podem nortear a pesquisa a fim de verificar qual valor mais se aproxima da situação encontrada na obras avaliadas.

Tabela 1: Índice de Geração de Resíduos por alguns autores

Autor	País	Ano	IGR (m³/m²)
Pinto	Brasil	1999	0,13
Pereira ⁽¹⁾	Brasil	2020	0,09

(1) Valor de IGR considerando obras em Parede de Concreto

Fonte: Pinto, 1999, adaptado; Pereira, 2020.

RESULTADOS OBTIDOS

Na Tabela 2, são apresentados os principais dados das obras estudadas. Nota-se que as obras verticais 2 e 3 apresentaram o mesmo valor de IGR, bem como as obras horizontais 5 e 6. Entretanto, as obras 1 e 4 apresentam valores bem diferentes quando comparadas às obras de mesmo tipo.

Tabela 2: Dados dos empreendimentos estudados

Obra	Tipo	Área Construída (m²)	Resíduos (m³)	IGR (m³/m²)	IGR Máximo (m³/m²)	IGR Médio (m³/m²)	Desvio Padrão (m³/m²)
Obra 1	Vertical	31.660,55	1.238,75	0,039	0,040	0,020	0,015
Obra 2	Vertical	34.713,76	3.088,85	0,091	0,101	0,066	0,039
Obra 3	Vertical	13.151,42	1.193,30	0,091	0,091	0,069	0,020
Obra 4	Horizontal	20.545,82	1.441,27	0,070	0,070	0,029	0,021
Obra 5	Horizontal	13.148,00	1.657,05	0,126	0,126	0,096	0,031
Obra 6	Horizontal	26.459,19	3.341,80	0,126	0,134	0,039	0,058

Sendo assim, as obras verticais apresentaram valores médios de IGR 0,074m³/m², enquanto as obras horizontais apresentam IGR médio 0,107m³/m².

São apresentados, também, os valores de desvio padrão do IGR, capaz de indicar o grau de variação deste dado ao longo do avanço físico da obra. Os resultados de variação do IGR ao longo do avanço físico são apresentados nas figuras 1 e 2 a seguir:

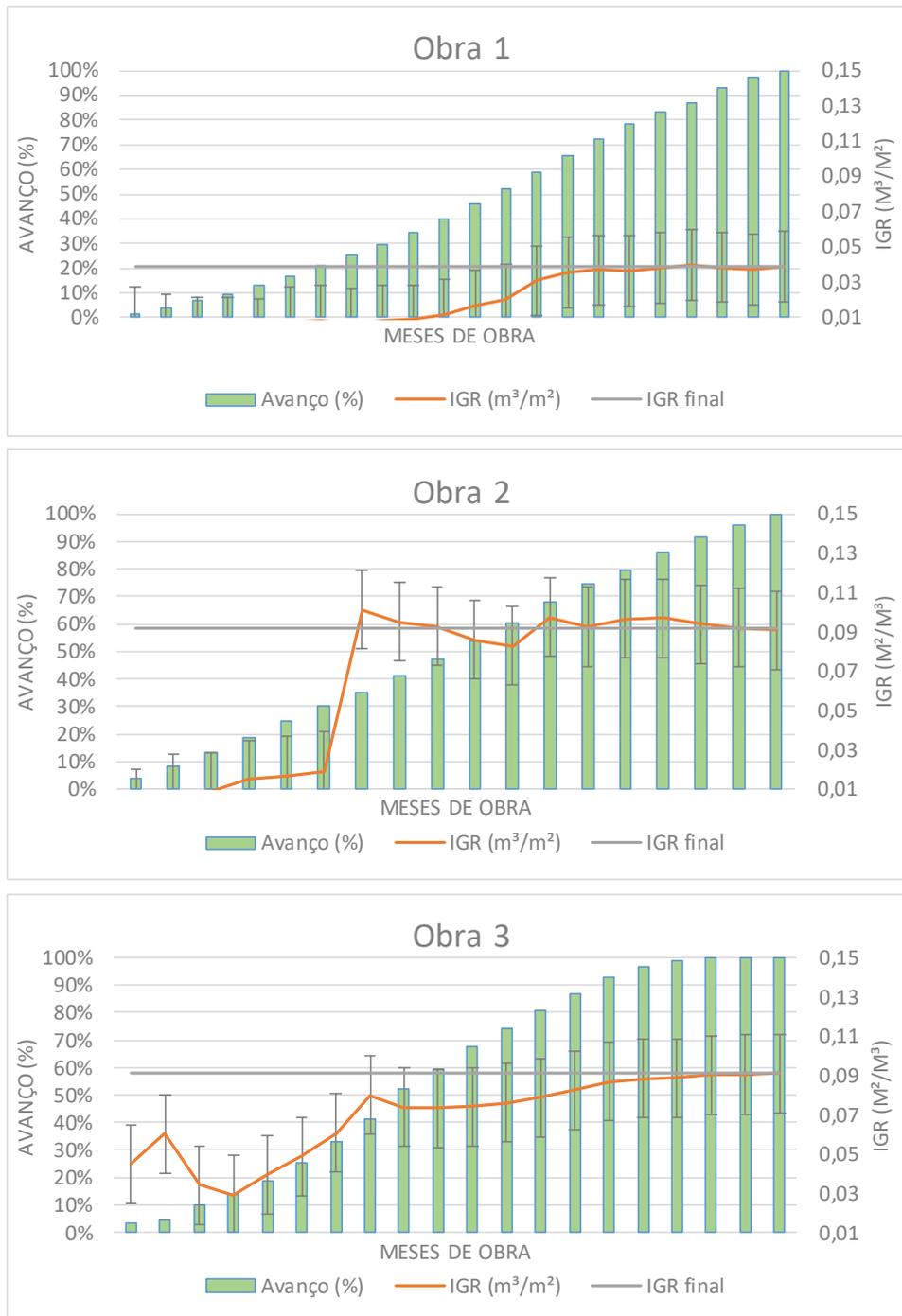


Figura 1: Variação do IGR das obras verticais ao longo do avanço físico de obra.

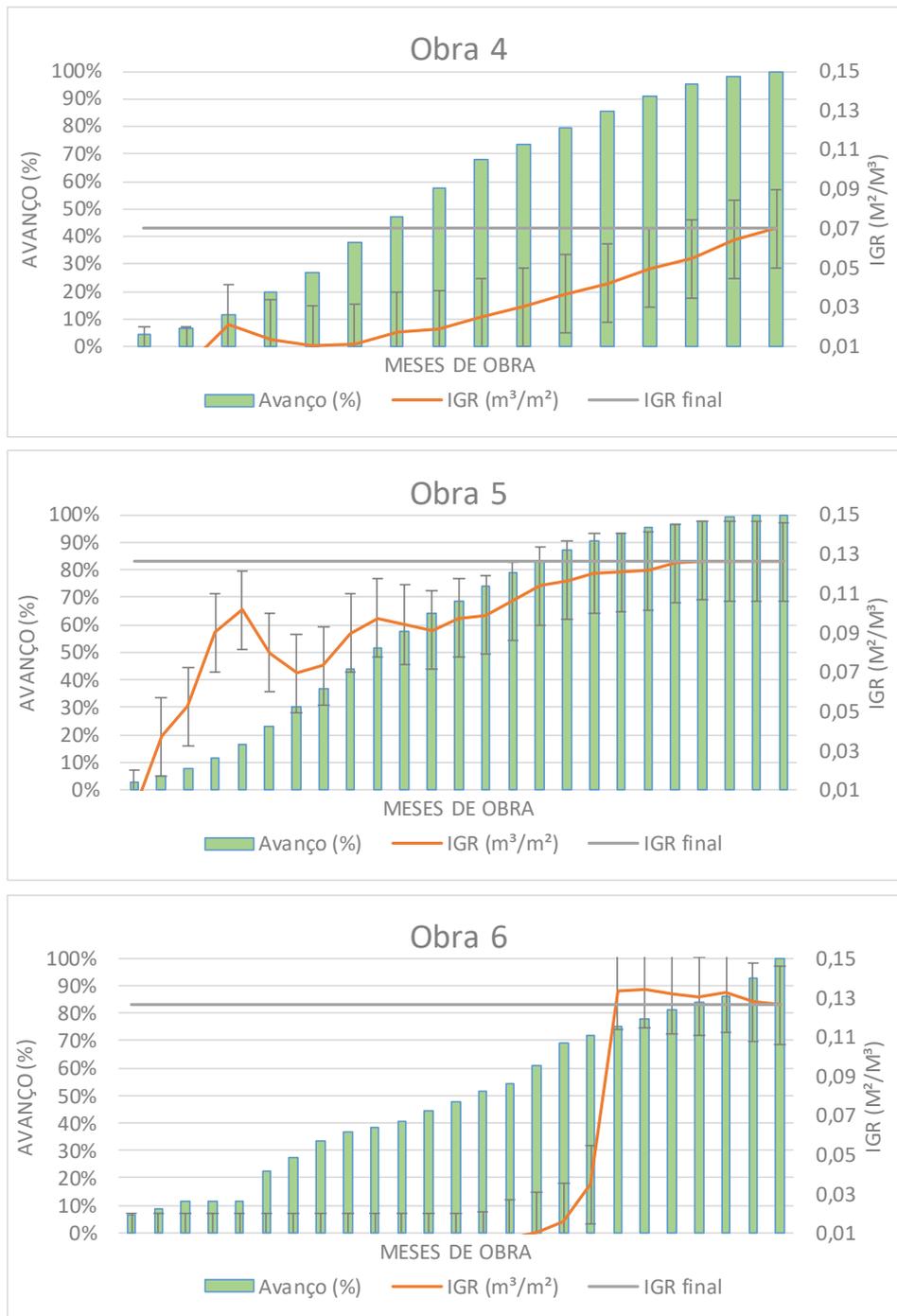


Figura 2: Variação do IGR das obras horizontais ao longo do avanço físico de obra.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Entre as obras verticais analisadas, é possível notar que a obra 1 possui um valor discrepante quando comparada às outras duas, além de apresentar um valor de IGR muito baixo em relação aos valores encontrados na literatura. Entretanto, as outras obras verticais, 2 e 3, apresentam um valor de IGR muito próximo ao valor estimado por Pereira (2020), que estima um IGR de $0,087 \text{ m}^3/\text{m}^2$ para obras em parede de concreto e ambas atingiram a marca de $0,091 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Já as obras horizontais se assemelham ao valor de IGR estimado por Pinto (1999), que estima um IGR de $0,013\text{m}^3/\text{m}^2$ e as obras 5 e 6 tiveram seu IGR final em $0,126\text{m}^3/\text{m}^2$. Já a obra 4, também horizontal, apresentou um valor mais baixo em relação às outras da mesma tipologia.

Assim, as obras 1 e 4 que obtiveram um resultado de IGR final abaixo do esperado e divergente quando comparado às obras da mesma tipologia, demonstrando uma possibilidade de subnotificação, ou seja, resíduos que foram destinados sem a devida documentação emitida.

As obras verticais (1, 2 e 3) apresentaram um pico no índice de geração e tendência de estabilidade após atingir esse pico. Já as obras horizontais, não apresentaram uma mesma tendência. A obra 4, mostrou um índice crescente, a obra 5 apresentou-se com um IGR bastante variável e a obra 6, apresentou um elevado crescimento ao atingir 70% de avanço, o que pode representar o armazenamento temporário dos resíduos para posterior destinação.

Também foi verificado que, até alcançar os avanço de 50%, as obras verticais demonstraram mais variação no índice, variação esta que diminuiu significativamente após 50% do avanço. As obras horizontais não apresentaram a mesma relação.

Outro fator observado é que, com exceção da obra 2 e 6, todas as demais tiveram seu valor máximo de IGR apenas ao concluir 100% do avanço.

CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos não possível obter uma correlação entre o avanço físico e o índice de geração de resíduos. Ocorre que nem todas as obras apresentaram as características de geração de resíduos iguais às de mesma metodologia. A exemplo, dentre 3 obras verticais analisadas, duas delas demonstraram valores muito parecidos enquanto uma apresentou valores divergentes e o mesmo ocorreu com as obras horizontais.

Por este motivo, para próximos estudos é interessante aumentar o tamanho da amostra, incluindo mais obras e, também, diferentes metodologias.

Além disso, para obter um resultado mais assertivo seria necessário um estudo mais aprofundado e fazer o acompanhamento das atividades que são realizadas em cada etapa do avanço da obra, já que as diferentes fases da obra geram quantidades distintas de resíduos, como por exemplo a quantidade de resíduos de concreto/cerâmico, que de acordo com alguns estudos é significativamente maior que os demais. Espera-se que com o cronograma das atividades, juntamente ao avanço físico, seria possível determinar as atividades que fazem o valor do IGR aumentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE - Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 8 novembro 2022.
2. BRAGUIM, Thales C. Utilização de Modelos de Cálculo para Projeto de Edifícios de Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica. São Paulo, p. 188. 2013.
3. CRASTO, Renata C. M. D. Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados: Light Steel Framing. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, p. 227. 2005.
4. MATTOS, Aldo D. Planejamento e Controle de Obras. 1. ed.
5. PEREIRA, Bárbara L. D. A. Resíduos da Construção Civil em Edificações de Grande Porte: Análise da Correlação entre o Método Construtivo e a Geração de Resíduos de Construção Civil. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 55. 2020.
6. PINTO, Tarcísio D. P. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, p. 190. 1999.