

A IMPORTÂNCIA DA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DURANTE O CICLO DE PRODUÇÃO DO CONCRETO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Mário Joel Ramos Júnior¹

Paulo Vitor Sampaio Vergne de Abreu²

Bruno Oliveira Pinto Cardoso³

Valter Estevão Beal⁴

Tratamento de Resíduos Sólidos

Resumo

Nas últimas décadas o tema desenvolvimento sustentável ganhou relevância e tem sido fortemente discutido nas organizações em busca de soluções para se adaptar aos novos anseios da sociedade de forma que não comprometa o desempenho financeiro. As usinas de concreto vêm enfrentando o desafio de encontrar soluções para reduzir o consumo de água e volume de resíduos gerados sem elevados custos para o negócio. Este resumo tem como objetivo avaliar os tipos de soluções existentes no mercado para a limpeza do tambor do caminhão betoneira e desenvolver, de forma preliminar, o conceito de um produto leve e biodegradável e que permita reduzir o consumo de água. A metodologia consistiu em revisão da literatura, entrevistas com engenheiros, técnicos e operários para identificar as necessidades e definir atributos para um produto eficiente. Adicionalmente, foram utilizadas as ferramentas QFD, Matriz Morfológica e Triz no desenvolvimento do produto. As soluções identificadas, além de demandar alto consumo de água, não atendem às necessidades dos clientes. Através da metodologia utilizada, foi possível desenvolver um conceito inovador que propõe reduzir em cerca de 80% a água utilizada na lavagem dos caminhões betoneira nas centrais de concreto. Para consolidar o conceito, o estudo se encontra na fase de avaliação da viabilidade técnica e econômica.

Palavras-chave: Consumo de água; Resíduos de concreto; Construção civil.

¹ Aluno do Curso de Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial, Centro Universitário SENAI CIMATEC, ramosjuniormariojoel@gmail.com

² Aluno do Curso de Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial, Centro Universitário SENAI CIMATEC, paulovergne@gmail.com

³ Aluno do Curso de Doutorado em Gestão e Tecnologia Industrial, Centro Universitário SENAI CIMATEC, bruno.mkt@gmail.com

⁴ Prof. Dr. Eng. Mec. Centro Universitário SENAI CIMATEC, valtereb@fieb.org.br

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da construção civil nas últimas décadas e o aumento das políticas de preservação ambiental, as empresas vêm buscado estratégias sustentáveis. Visando continuar atendendo a crescente demanda do mercado sem aumentar o consumo de recursos naturais e geração de resíduos nocivos ao meio ambiente, surge um conflito entre a sustentabilidade empresarial e o desempenho financeiro.

As usinas de concreto possuem elevado consumo de água e geração de resíduos, provenientes, em grande parte, da limpeza de caminhões betoneira, equipamento utilizado para misturar e transportar concreto desde a central até o canteiro de obras. Segundo Vieira (2010), uma betoneira de 8 m³ – após total descarregamento – contém cerca de 150 kg de sólidos e são utilizados em torno de 800 litros de água na limpeza do lastro. Existem dois possíveis destinos para a água de lavagem: o descarte ou a reutilização. Tsimas & Zervaki (2011) indicam que a água da lavagem é caracterizada como resíduo perigoso e pode poluir o lençol freático, devido às suas características alcalinas. Segundo Cardoso (2018), o processo de descarte tem alto custo e envolve tratamentos com produtos nocivos.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os tipos de soluções existentes no mercado para a limpeza do tambor do caminhão betoneira e desenvolver, de maneira preliminar, o conceito de um produto que seja biodegradável e reduza o consumo de água.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho baseia-se na revisão sistemática da literatura através de pesquisa de artigos acadêmicos da base de dados do *Science Direct*, além de entrevistas com engenheiros, técnicos e operadores que trabalham no processo de fabricação ou utilização do concreto, para identificar as soluções existentes para a limpeza do tambor do caminhão betoneira.

Para desenvolver o conceito de um produto inovador e amigável com o meio ambiente, o processo foi conduzido em duas etapas: a fase informacional, onde foi avaliada a demanda do mercado e as necessidades dos clientes, transformando-as em requisitos para o produto e ranqueando os mais relevantes, com auxílio da ferramenta *Quality Function*

Deployment (QFD) e a fase conceitual, para definição da função global e síntese funcional com auxílio das ferramentas de Matriz Morfológica e TRIZ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão da literatura permitiu identificar maneiras preventivas e corretivas de realizar a limpeza do caminhão betoneira e as entrevistas permitiram avaliar cada uma.

Schwing Stetter (2007) recomenda encher o tambor com água (150-200 litros) após descarregar o concreto e acionar o misturador até retorno do caminhão à central de concreto. De acordo com os entrevistados, além do alto consumo de água, essa solução possui limitações que inviabilizam a operação em canteiros de obra com estrutura limitada. Adicionalmente, Schwing Stetter (2007) sugere borrifar spray de óleo diariamente no interior do tambor para evitar a adesão do concreto e facilitar a remoção do resíduo com jato de água. Os entrevistados informaram que esta solução tem elevado custo além da necessidade de serviço em espaço confinado, que requer atendimento às exigências da NR 33 aumentando custos com pessoal e equipamentos específicos.

Segundo Loturco (2008), o uso do aditivo retardador de hidratação permite o aproveitamento do resíduo de concreto ainda no estado fresco por mais tempo do que o usual, podendo chegar a até 64 horas. Caso a limpeza do tambor não seja feita de forma preventiva, será necessária manutenção corretiva no equipamento. Os métodos mais utilizados são: rompedor pneumático e conjunto marreta e talhadeira – operação manual que, além de geração de grande quantidade de resíduos e consumo de água, também exige serviço em espaço confinado. Outra alternativa é o *Ready-jet*, que realiza a limpeza de forma automática e sem necessidade de entrada em espaço confinado, porém apresenta elevado valor de aquisição. Segundo os entrevistados, essas soluções podem causar danos à estrutura do tambor, além da indisponibilidade da betoneira.

Após as entrevistas, análise dos dados e auxílio da ferramenta QFD, foi possível estabelecer os requisitos de projeto e pontuá-los por relevância, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Requisitos listados de acordo com ordem de importância

Requisito	Tendência	Unidade	Nota
Número de operações	↓	#	60
Volume de resíduo	↓	m ³	58

Volume de água a ser tratada	↓	m ³	58
Tempo de execução do serviço	↓	h	54
Disponibilidade do equipamento	↑	%	49
Desvio de qualidade	↓	%	45
Volume de reagentes químicos	↓	m ³	40
Necessidade de Treinamento	↓	h	38
Custo de aquisição	↓	\$	31
Ângulo de inclinação da limpeza	↑	°	30
Custo de Operação	↓	\$	30
Capacidade de carga	↑	m ³	23

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Os requisitos com notas maiores que 45 foram selecionados e estabelecida a função global “Limpar Tambor do Caminhão” e síntese funcional, conforme Figura 1. Foi definido a utilização de um produto biodegradável refrigerado que minimizará o uso da água em conjunto com um sistema de vibração a ser instalado no tambor do caminhão.

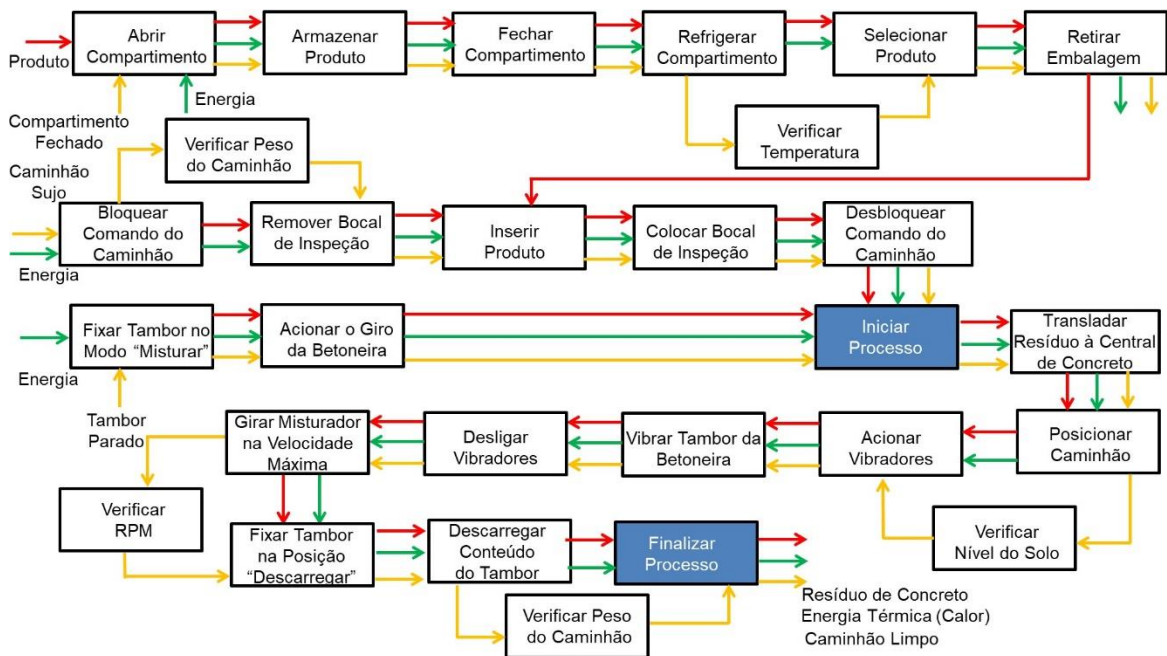


Figura 1 Síntese Funcional: Produto Refrigerado e Caminhão com Sistema de Vibração do Tambor.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Com auxílio da Matriz Morfológica e da TRIZ foi possível selecionar um conceito que promova uma limpeza eficiente com redução estimada em 80% no volume de água. A síntese funcional consiste em utilizar um produto a base de cana de açúcar, biodegradável e refrigerado, que deverá ser inserido na betoneira ao final de cada descarga, substituindo a água nessa etapa do ciclo de vida do concreto. Ao chegar na central de concreto, será

acionado o sistema de vibração do tambor. Em seguida, o resíduo será descartado ou reutilizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após avaliação dos processos utilizados para a limpeza do caminhão betoneira, foi observado que as soluções não apresentam resultados satisfatórios em termos de eficiência no consumo de água e geração de resíduos em usinas de concreto. Tais processos requerem ainda manutenção corretiva com elevado consumo de água e indisponibilidade do equipamento durante a intervenção.

O conceito definido para a nova solução, denominado de *Cane Ball*, demonstrou ter elevado potencial para equilibrar o crescimento na produção com redução do consumo de recursos naturais, apresentando redução estimada de 80% no consumo de água e possibilidade de reaproveitamento do resíduo. Para consolidação, o conceito está em fase de avaliação da viabilidade técnica e econômica.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, Viviam Aparecida Vaz Pedrozo. **Análise da viabilidade da reutilização das águas de lavagens dos caminhões betoneiras para produção de concreto.** Orientador: Carlos Antônio da Rocha. 2018. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2018. Disponível em: http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/2019/465.pdf. Acesso em: 20 de abr. 2020.

LOTURCO, B. Desperdício Estabilizado – Adição de estabilizador ao concreto rejeitado em obra evita descarte de água e de material prejudicial ao meio ambiente. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 135, p. 30 - 31, 18 jun. 2008. Disponível em: www.techne.com.br. Acesso em: 25 mar. 2020.

SCHWING STETTER. **Manual de Operação de Betoneira Veicular Schwing Stetter AM 8 FHC (8m³).** Apostila de Curso. São Paulo: SCHWING STETTER, 2007.

TSIMAS, S.; ZERVAKI, M. Reuse of waste water from ready-mixed concrete plants. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, Bingley, v. 22, n. 1, p. 7-17, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235271064_Reuse_of_waste_water_from_ready-mixed_concrete_plants. Acesso em: 02 de mai. 2020.

VIEIRA, L. B. P.; Implantação de modelo sustentável para centrais dosadoras de concreto. *In*: Congresso Brasileiro do Concreto, 52., 2010, Fortaleza [Anais]. Disponível em: http://www.ibracon.org.br/eventos/52cbc/LUIZ_DE_BRITO.pdf. Acesso em: 18 de mai. 2020.