

# REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM PROCESSOS DE PRÉ-TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NO SISTEMA DE PINTURA DE MATERIAIS EM AÇO: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA MULTINACIONAL

*Maria Eduarda Oliveira de Almeida  
Faculdade Canção Nova  
maria.almeida8745@gmail.com*

*Karine de Kassia Garcia Teodoro  
Faculdade Canção Nova  
karine.garcia2107@gmail.com*

*Prof. Me. Élcio Henrique dos Santos  
Faculdade Canção Nova  
elcio.henrique@fcn.edu.br*

## Resumo

Com a industrialização do mercado, diversas organizações procuraram se modernizar com o objetivo de tornarem-se mais competitivas. Conforme o avanço industrial, os recursos naturais mostram-se cada vez mais escassos levando à criação de leis ambientais cada vez mais rígidas. O presente artigo vai tratar questões sobre a gestão hídrica dentro do processo de pré-tratamento no sistema de pintura de uma indústria multinacional. O artigo tem como objetivo, analisar como foi realizada a redução do consumo de água no processo de pré-tratamento de superfície no sistema de pintura de materiais em aço de uma indústria metalúrgica multinacional. Para elaboração do artigo, foi realizado um estudo de caso, no qual foi aplicado duas entrevistas semiestruturadas com dez perguntas abertas para o gestor de produção e o técnico químico do processo de pré-tratamento. Após análises dos dados que contextualizaram diversas questões que tratam o contexto da redução, foi possível entender como ele foi executado e quais os ganhos desse tipo de ação dentro da indústria. Em seguida, como resultado, observou-se as necessidades de um processo como esse reduzir água, e o quanto isso representa benefícios dentro da indústria, de maneira que suas estratégias possam ser aplicadas em outras áreas.

**Palavras-chaves: Redução. Água. Pré-tratamento.**

## Abstract

With the market industrialization, many organizations have sought to modernize in order to become more competitive. As industry advances, natural resources have become increasingly scarce, leading to the creation of ever stricter environmental laws. This article will address water management issues within the pre-treatment process in the painting system of a multinational industry. This article will address water

management issues within the pre-treatment process in the painting system of a multinational industry. The article aims to analyze how water consumption has been reduced in the surface pre-treatment process in the painting system for steel materials in a multinational metallurgical industry. The aim of this article is to analyze how water consumption was reduced in the surface pre-treatment process in the steel materials painting system of a multinational metallurgical industry. To prepare the article, a case study was carried out, in which a semi-structured interview with ten open questions was applied to the production manager and chemistry technician of the pre-treatment process. After analyzing the data that contextualized various issues that deal with the context of reduction, it was possible to understand how it was carried out and what the gains of this type of action are within the industry. As a result, it was possible to see the need for a process like this to reduce water and how much it represents benefits within the industry, so that its strategies can be applied in other areas.

**Keywords: Reduction. Water. Pre-treatment.**

## 1 Introdução

A água é um recurso natural de suma importância para o planeta terra, sendo um dos elementos indispensáveis para a sobrevivência e existência da vida, e de inúmeros sistemas naturais. O processo de pré-tratamento demanda uma grande quantidade desse recurso, torna-se um importante componente desse processo e da indústria como um todo. Portanto, sua conservação são quesitos fundamentais da estratégia das empresas para seu desenvolvimento sustentável.

Devido à alta demanda do consumo de água, a indústria contribui significativamente com os problemas ligados aos recursos hídricos. Para se manterem competitivas no mercado ambientalmente responsável, precisam seguir uma série de normas e obter certificações que asseguram o compromisso com as práticas ecológicas. Com isso, as indústrias procuram investir em recursos e ações para reduzir os impactos ao meio ambiente. A conservação de água no segmento industrial tem por finalidade manter esse recurso pelo maior tempo possível em uso cíclico na indústria. Para que isso ocorra, implementam-se métodos para a eliminação de desperdícios e identificação de falhas presentes no processo que visam reduzir e reaproveitar a água.

A partir desse contexto, este artigo tem como objetivo analisar, por meio de estudo de caso, como foi realizada a redução do consumo de água no processo de pré-tratamento de superfície no sistema de pintura de materiais em aço da indústria metalúrgica multinacional estudada, objetivando entender a importância deste tipo de

ação dentro do setor, na conscientização e preservação desse recurso natural finito, bem como os métodos que podem ser aplicados para essa finalidade.

Desta forma, o trabalho visa responder a seguinte pergunta: Como foi realizado o processo de redução do consumo de água no pré-tratamento de superfície de materiais em aço, no sistema de pintura da indústria metalúrgica multinacional estudada?

Portanto, para ter conhecimento dessa questão, foi elaborado um estudo de caso com dois entrevistados, sendo eles, o gestor e o técnico do processo, através de duas entrevistas semiestruturadas contendo dez perguntas abertas, a fim de trazer mais informações de como aconteceu a redução de água dentro do processo de pré-tratamento de superfície.

## 2 Referencial Teórico

A água é um insumo essencial a muitas atividades e a gestão deste recurso natural é uma pauta muito importante quando se trata da manutenção de sua oferta em termos quantitativos e qualitativos. Por isso, resultado desses programas ligados à fabricação de bens de consumo a partir da utilização dos recursos naturais, as indústrias são grandes consumidoras de água.

Como define Carbonari (1997, p. 5), “a água é um recurso natural imprescindível à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social”. Como resultado, esse recurso tornou-se cada vez mais escasso ao longo do tempo devido a políticas prejudiciais aos diferentes usos da água e degradada devido aos altos níveis de carga poluidora de fontes urbanas e industriais.

Na mesma linha de pensamento, porém, em uma definição um pouco mais vigente, Airton Junior (2006) define água como um insumo produtivo de uma gama de atividades econômicas e apresenta propriedades ligadas à qualidade de vida.

No que tange aos recursos hídricos, conforme Carbonari (1997, p. 5):

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos historicamente foi marcada pela hegemonia da produção energética sobre os demais usos da água, acompanhando a demanda imposta pelo desenvolvimento industrial desde o início do século.

Ainda concernente ao histórico do tema estudado, de acordo com Carbonari (1997), o Código de Obras, publicado em 1934, foi um marco na regulamentação do uso da água, estipulando a classificação e uso dos recursos hídricos e enfatizando o aproveitamento do potencial hidráulico, o que na década de 30 já representava o avanço das condições para o desenvolvimento da indústria.

Seguindo a evolução do desenvolvimento, segundo Torres (2018), há muito tempo se fala em corrida tecnológica e crescimento. As indústrias têm aumentado a produção e diversificação de bens de consumo na tentativa de se inserir nesse mundo em transformação e se adaptar ao mercado, impulsionado pelas demandas dos consumidores que buscam constantemente a inovação. No entanto, isso leva ao aumento da produção da indústria e aumenta a demanda por recursos naturais, como matérias-primas e insumos de produção.

Com foco no atendimento aos clientes, as indústrias estão cada vez mais buscando se comprometer a utilizar os recursos naturais de maneira responsável. Almeida (2002) afirma que em um mundo sustentável, uma atividade, como uma atividade econômica, não pode ser imaginada ou executada isoladamente porque tudo está correlacionado. Barbosa (2008) contextualiza o conceito de desenvolvimento sustentável, independentemente de sua interpretação e perspectiva, tendo como variável importante a preocupação ambiental. Essa variável gera divergência, principalmente no que diz respeito às formas de uso, limites e possibilidades de substituição de bens e recursos naturais.

No que se refere à demanda hídrica, de acordo com Costa; Barros Jr. (2007), três fatores contribuíram para o aumento dessa demanda no último século, a saber: o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e a expansão das lavouras irrigadas.

Assim, segundo Mierzwa (2005), até a década de 1990, a água para uso industrial fazia parte de um insumo pouco significativo para disponibilidade e economia. A água ainda não tinha sido atribuída ao conceito de mercadoria, razão pela qual os conceitos de outorga e cobrança em preparação, eram simples sugestões de ferramentas de controle e comando. No entanto, a utilização desses recursos não possuía mecanismos de controle adequados para atender a demanda e a destinação final dos efluentes. Devido à aparente abundância, poucas indústrias implementaram

a setorização do consumo de água para identificar o excesso de demanda, ou implementaram programas para reduzir as perdas nos processos produtivos e sistemas auxiliares.

Como afirma Brene et. al. (2019), a água é considerada um recurso renovável porque pode ser recomposta em quantidade, mas também é um recurso finito em termos de quantidade disponível e qualidade utilizável.

Ao se referir a recursos hídricos, Brene et. al. (2019, p. 92) afirma que:

[...] não se lida apenas com a disponibilidade do bem natural (água) mas, também, com toda a sua capacidade de diluição e assimilação de esgotos e resíduos por exemplo, ressaltando então, ainda mais sua importância para a fomentação e manutenção da vida. Para as próximas gerações é elementar se pensar em como produzir mais e melhor, visando sempre proteger e preservar os recursos hídricos [...].

Ainda segundo Brene et. al. (2019), a demanda de água nos processos industriais reflete o tipo de produto ou serviço que está sendo fabricado. A intensidade do uso da água na indústria vai depender de vários fatores, incluindo o tipo de processo e produto, tecnologia utilizada, boas práticas e uma gestão com maturidade. Para Beal, Ferreira & Rauber (2014), este setor é considerado o principal responsável pelo aumento da dificuldade em obter água de qualidade para suprir as necessidades da sociedade, não só porque o setor industrial utiliza água em grandes quantidades, mas principalmente pelo volume e qualidade sendo devolvidos ao meio ambiente.

Por isso, Klemes (2012) afirma que o desenvolvimento de métodos para reduzir o consumo de água e geração de águas residuais tem se desenvolvido rapidamente e recebido atenção considerável em todo o mundo.

No entanto, segundo os dados da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (2022), a crescente demanda tornou o reuso de água popular e de grande importância. No Brasil a cultura do reuso se fortaleceu com a promulgação da Lei 9.433 de 1997, que regulamenta a tarifação de uso de água como uma ferramenta de gestão. Segundo Cunha et. al. (2011), o reuso de água deve fazer parte de uma operação maior que é o uso racional ou eficiente da água, incluindo também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da geração e consumo de águas residuais.

Ainda descrevendo sobre a redução do consumo, Bilotta et. al. (2022, p. 124) argumenta que “a redução do consumo de água no processo produtivo (instrumento

de comando e controle) também consiste em estratégia para promover o uso sustentável da água nas indústrias”. De acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) (2019), a implementação é exigida por lei e requer ampla consulta com representantes de todas as partes para determinar limites e condições de redução de consumo. Por fim, segundo Wilcox et al. (2016), a combinação de duas ferramentas de gestão (aplicação da cobrança e estabelecimento de tetos obrigatórios de redução) pode ainda contribuir satisfatoriamente para o uso sustentável dos recursos hídricos.

Em se tratando de aplicação de recursos pelas empresas, Dias (2019) afirma que a maioria dos esforços tecnológicos e financeiros aplicados ao SGA (Sistema de Gestão Ambiental) está ligada à prática de técnicas corretivas, tais como armazenamento de água, e outros. E para alcançar o desenvolvimento sustentável, é essencial que as medidas corretivas sejam substituídas por normas de prevenção que agem na origem dos problemas.

Em contrapartida, a FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro) (2015) defende que para atuar na origem dos problemas nas indústrias, dependendo da disponibilidade da água, além de iniciativas para a redução do consumo, a produção industrial fica atribuída à análise das seguintes opções: manter a situação tradicional, utilizando a água dos recursos hídricos superficiais; adquirir água de reuso ou água de utilidade; reusar na medida do possível os seus próprios efluentes após análise adequada da qualidade da água.

No que se refere ao processo de pré-tratamento, a proteção contra a corrosão é sua finalidade principal. Como caracteriza Oliveira (2012), a corrosão é uma forma de degradação do aço. É um processo que aumenta através da matéria até sua perda total. O processo de pré-tratamento de superfície é realizado para evitar que essa degradação aconteça. Ele é composto por estágios, os quais utilizam a água e reagentes químicos para formar seus banhos, permitindo assim o tratamento de uma superfície para que, após tratada, possa receber a pintura.

Segundo Gnecco et. Al. (2003), a finalidade do processo é melhorar a adesão de tintas e fazer com que a superfície se torne mais resistente à corrosão. Esse processo pode acontecer por imersão ou por spray, sendo eles os melhores métodos de limpeza e preparação de superfície em um processo industrial.

No tocante à demanda e consumo, Mierzwa (2005) afirma que devido às diferentes atividades realizadas pelo ser humano, principalmente às relacionadas à produção de bens de consumo a partir do processamento e conversão dos recursos naturais, as indústrias são grandes consumidoras de água. Dependendo do processo industrial, a água pode ser matéria prima, juntamente com o produto, ou composto auxiliar na preparação da matéria prima, fluidos de resfriamento ou aquecimento, ou no processo de limpeza etc.

Com isso, sendo um insumo amplo e com diferentes utilizações, é necessário que se tenha uma boa gestão do recurso, que segundo Lima (2018), é um desafio no setor industrial. Em geral, a administração da água na indústria inclui essencialmente a demanda e oferta de água, sendo que a demanda inclui todas as ações e investimentos voltados para a redução do consumo de água por meio da medição e monitoramento setorial dos recursos hídricos. Com isso é possível entender o balanço de água da atividade industrial e colaborar na construção de indicadores, além de minimizar os prejuízos da perda de água.

Uma ação eficiente que irá promover a redução do consumo é por meio de uma boa manutenção e cuidado das ferramentas e equipamentos, tecnologia do processo ou da ferramenta como uma opção que demanda menos água. A gestão da oferta hídrica inclui todas as ações e investimentos para aumentar a disponibilidade de água como o armazenamento, abastecimento de aquíferos e ações locais para substituição de fontes tradicionais, como o aproveitamento de água de chuva e reaproveitamento de resíduos tratados.

Com todo esse conhecimento, e a gestão sendo feita, Torres (2018, p. 374) afirma que “com o aumento da consciência ambiental surge um novo tipo de consumidor, denominado consumidor verde”. Isso tem despertado um novo interesse no setor, o de possuir um “selo verde”. Este consumidor procura produtos com baixo impacto ambiental ou empresas consideradas ambientalmente responsáveis. A mudança de pensamento implica uma mudança de rumo da política ambiental, que terá de ser levada em conta na produção industrial, já que passa a ser o comportamento do usuário e a necessidade do consumidor.

Huber (2004) argumenta que essa necessidade é importante quando se trata de tornar os fabricantes de produtos capazes de implementar efetivamente o

gerenciamento da cadeia de suprimentos. Com isso, a certificação ambiental torna-se uma estratégia para garantir não só a imagem “verde”, mas também, ações “verdes”. Elas foram iniciadas pela Organização Internacional de Normalização, por meio da norma ISO 14000, que estabelece padrões globais para procedimentos voluntários que as empresas devem adquirir dentro de um sistema de gestão ambiental (SGA).

Com a competitividade aumentando, Machado Jr. et. al., (2013) identificaram como vantagens competitivas para alcançar a certificação: reutilizar, reciclar ou reaproveitar insumos, relacionados à prevenção, aumentar a eficiência de produtos e processos, auxiliando na redução do consumo de recursos naturais.

No que se refere às leis, segundo Lages (2022), as normas brasileiras sobre recursos hídricos não tratam, especificamente, dos aspectos relacionados aos usos da água em uma indústria, porém, impõe restrições aos efluentes industriais lançados em um corpo hídrico receptor. Como relata no Diário Oficial da República Federal do Brasil (2005), a alteração foi estabelecida na Resolução CONAMA/MMA 357, de 17 de março de 2005.

Assim, segundo Lages (2022, p. 23):

[...] o usuário industrial é obrigado a tratar seus efluentes adequando-os à classe do corpo d'água receptor. O enquadramento dos corpos hídricos é, em última análise, um limitante ao sistema de tratamento de efluentes de um usuário ao estabelecer uma qualidade mínima para os efluentes a serem restituídos [...].

Como argumenta Lages (2022), é de suma importância para o gestor de água de uma indústria conhecer as vazões das águas que sua empresa abastece, para entender quais órgãos públicos devem tratar disso e quais regras deverão seguir. Sujeito à decisão do setor em adotar boas práticas de governança hídrica, as etapas, cronograma e ferramentas desse processo dependerá: da maturidade da organização; complexidade, escala e estrutura existente; recursos disponíveis; e necessidades existentes. A abordagem tecnológica faz parte da governança e pode ser alcançada pelo uso das melhores tecnologias disponíveis, baseadas na redução da poluição na fonte; otimização de processos industriais; mudança de entrada, processo; reutilizar e reciclar, entre outras coisas.

Referente à reutilização, segundo Airton Junior (2006), o conceito de reuso de água não é novo. Existem muitos trabalhos abordando esta questão, apontando os possíveis tipos de reaproveitamento. Dentre eles, destacam-se Takashi Asano (Asano e Mills, 1990; Asano 1991, e Asano e Levine, 1996), Ivanildo Hespanhol (Hespanhol, 1990 e 1997) e Menahem Rebhun (Rebhun e Engel, 1988), que mostram e discutem os principais itens de reuso de água e o que é indispensável no planejamento e execução. Uma das definições mais antigas do reuso de água vem da OMS (Organização Mundial da Saúde) (1973) em que são definidos o reuso direto, indireto e a reciclagem. Sendo:

- Reuso direto: é o uso planejado e disposto de efluentes tratados para fins como irrigação, indústria, e água potável.

- Reuso indireto: acontece quando a água, utilizada uma ou mais vezes, de fins diversos (industrial ou doméstico) é jogada em águas superficiais ou subterrâneas e reutilizada.

- Reciclagem: é o reaproveitamento da água nas instalações industriais, com foco na racionalização de água e o controle da poluição.

Segundo Mancuso e Santos (2013), o reuso específico inclui a reciclagem de efluentes provenientes de processos industriais, sejam eles quais forem, nos processos em que são gerados ou em outros processos desenvolvidos em sequência e que tenham a mesma qualidade dos efluentes em consideração.

Para Mierzwa (2002), a prática do reuso pode ser implementada de duas maneiras diferentes:

- Reuso em cascata: Nesta modalidade o efluente originário do processo é usado em um processo posterior a ele, desde que suas propriedades sejam equivalentes à qualidade que é exigida para ser utilizada naquele processo. Embora este método pareça simples, pode acontecer do efluente do primeiro processo não ter a mesma qualidade do processo seguinte, sendo necessário utilizar o reuso parcial do efluente.

- Reuso de efluentes tratados: é a modalidade de reuso mais falada nos dias de hoje e inclui o aproveitamento de efluentes já submetidos a um processo de tratamento. No entanto, a escolha do processo de tratamento no qual o efluente será

colocado, dependerá da qualidade exigida do local onde a água tratada será utilizada. Exemplos comuns de reaproveitamentos específicos são as operações de pintura em indústrias automobilísticas e de eletrodomésticos, em que sucessivos enxágues, originárias de decapagem, desengraxamento, fosfatização etc., podem ser recicladas após tratamento no próprio processo de lavagem.

### 3 Metodologia

O método aplicado no presente trabalho foi o estudo de caso, com o objetivo de analisar a redução do consumo de água no processo de pré-tratamento de superfície no sistema de Pintura de materiais em aço da indústria metalúrgica multinacional estudada.

Araújo (2008, p. 4) define estudo de caso como:

Uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

Na visão de Yin (2001), como esforço de pesquisa, o estudo de caso contribui para o entendimento que temos de fatos individuais, organizacionais, coletivos e políticos. O estudo de caso vem sendo uma estratégia comum de pesquisa na psicologia, administração, no trabalho social, planejamento, dentre outras áreas. Portanto, a partir do estudo de caso é possível uma investigação para se preservar as características integrais e significativas dos eventos da vida real, tais como ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças, relações internacionais e a integração de alguns setores.

Para Chizzotti (2006, p. 102),

o estudo de caso é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora.

Segundo Martins (2008), o Estudo de Caso pede uma avaliação, já que a finalidade é o estudo profundo de uma unidade social. Mediante um aprofundamento

em um objetivo delimitado (problema de pesquisa), com o estudo de caso é possível a entrada na realidade social, não sendo possível com apenas uma análise qualitativa.

De acordo com Gil (2002), o estudo de caso não tem um roteiro para a sua delimitação, mas são definidas quatro fases para guiá-lo: 1. delimitação do caso; 2. coleta de dados; 3. seleção, análise e interpretação dos dados; 4. elaboração do relatório.

Deste modo, para a execução do estudo de caso, foi realizada duas entrevistas, as quais foram gravadas e aconteceram de forma semiestruturada, para que se possa obter informações de como foi realizado o processo de redução do consumo de água no pré-tratamento de superfície de materiais em aço, no sistema de pintura da indústria metalúrgica multinacional estudada. Como caracteriza Gil (2002), a entrevista é uma técnica que envolve duas pessoas, em que uma formula questões e a outra responde, fornecendo informações. Conforme Laville e Dionne (1999), a entrevista semiestruturada dá uma maleabilidade na coleta de dados, e uma maior abertura ao entrevistado, tornando as respostas mais fiéis, a qual se traduzem através de perguntas que seguem o que é a raiz da problemática, feitas de maneira verbal em uma ordem prevista, mas podendo o entrevistador acrescentar perguntas de esclarecimento.

A entrevista foi aplicada ao gestor de produção e ao técnico químico do processo de pré-tratamento da indústria em questão. A coleta de dados dos entrevistados foi gravada, a entrevista teve dez questões abertas sobre a temática. A partir dos dados coletados e analisados, será possível apresentar resultados de como foi realizada essa redução, para que futuramente seja entregue uma devolutiva à organização.

## **4 Análise dos Dados**

O roteiro do questionário foi desenvolvido de forma semiestruturada, por meio de duas entrevistas que foram aplicadas ao gestor de produção e ao técnico químico do processo de pré-tratamento de superfície de uma empresa metalúrgica multinacional. As entrevistas aconteceram em 2 partes. O primeiro entrevistado foi o técnico do processo, no dia 06 de outubro de 2023, às 11:00 na empresa. Já o segundo entrevistado foi o gestor, no dia 18 de outubro de 2023, às 15:30 no

aplicativo de reuniões Zoom. A presente pesquisa contou com dez perguntas abertas, os dados foram analisados por meio do método qualitativo com a finalidade de entender como foi realizada a redução do consumo de água no processo de pré-tratamento de superfície no sistema de pintura de materiais em aço da indústria metalúrgica multinacional estudada, tendo como apoio o referencial teórico em estudo.

A empresa pesquisada não foi identificada por questões éticas e a preservação das informações foi mantida com o desenvolvimento do estudo.

### **1. Você pode se apresentar por favor?**

**E.1:** Boa tarde, eu sou o [...], é sou Técnico de Laboratório e trabalho na empresa desde 2003, onde eu comecei a minha carreira em pré-tratamento de superfície em 2003, onde tive oportunidade de começar fazendo os trabalhos de auxiliar de produção, fazendo a rotatividade de funções ali na pintura e aos finais de semana a gente tinha alguns trabalhos específicos no pré-tratamento de superfície, onde tive a oportunidade de começar ali a ajudar a equipe, então eu vinha aos finais de semana, fazíamos toda a parte de remoção de contaminação dos banhos, a limpeza, fazíamos toda essa parte de remoção que são contaminações semanais que demandam esse trabalho aos fins de semana e ali tive a oportunidade de interessar mais por pré-tratamento de superfície já aprendendo um pouco mais com os técnicos de laboratório e tentando entender a parte de análise e toda a parte técnica do processo.

**E.2:** Bom, boa tarde, meu nome é [...], sou gestor de produção, trabalho há 17 anos na empresa, sou responsável pela gestão do processo e sistema de preparação de pré-tratamento de superfície de uma empresa metalúrgica no tratamento de aço.

### **2. Como funciona o processo atual de pré-tratamento de superfície? Por que ele é necessário?**

**E.1:** Hoje o processo de pré-tratamento de superfície ele é composto por 10 (dez) banhos, onde ele é dividido quimicamente por produtos alcalinos e ácidos, esses banhos eles fazem duas finalidades na verdade né, tem a finalidade de limpar uma superfície metálica e a outra finalidade que ele tem é fazer uma camada protetiva pra poder fazer a proteção contra a corrosão da superfície metálica.

**E.2:** Então, o sistema ele é composto de 9 (nove) estágios de preparação de superfície através do sistema mecânico de spray e de imersão, onde são realizadas a limpeza das peças com produtos alcalinos e a preparação da superfície através de produtos ácidos para o controle de corrosão. É...então pra dentro de cada estágio a gente tem os tanques de enxágues, que são feitos por água industrial e esse processo é necessário, pois é fundamental para que a pintura de peças é, cheguem limpas e sem resíduo de óleo para garantir a aderência da pintura que será realizada que irá proteger as peças

contra a corrosão e dos raios ultravioleta, garantindo assim a durabilidade do produto.

Nessa questão, os entrevistados 1 e 2 apresentam a estrutura de como o processo é formado e qual a sua finalidade principal, que é proteger as peças contra a corrosão. O entrevistado 2 ainda destaca, no final, a importância desse tipo de processo no sistema de pintura dos materiais.

No que se refere ao processo de pré-tratamento, a proteção contra a corrosão é sua finalidade principal. Como caracteriza Oliveira (2012), a corrosão é uma forma de degradação do aço. É um processo que aumenta através da matéria até sua perda total. O processo de pré-tratamento de superfície é realizado para evitar que essa degradação aconteça. Ele é composto por estágios, os quais utilizam a água e reagentes químicos para formar seus banhos, permitindo assim o tratamento de uma superfície para que após tratada ela possa receber a pintura.

### **3. Como é feito o enxaguamento das peças?**

**E.1:** Existem dois processos de enxaguamento da superfície metálica, temos o enxaguamento por imersão e também temos o enxaguamento por spray, que é uma ação mecânica em cima da superfície.

**E.2:** Os enxágues das peças são feitos por água industrial, através do sistema mecânico de spray e imersão, onde bombas né fazem toda essa, esse sistema funcionar para fazer a limpeza. Existe uma renovação constante desses reservatórios para manter acidez e PH dentro da água né, dentro do especificado processo, essas renovações podem chegar a 5.000m<sup>3</sup> por hora de água industrial e um processo de trabalho com carga de 24 horas de produção.

Quanto ao enxaguamento das peças, os entrevistados 1 e 2 apresentam concordância nas respostas, apresentando 2 tipos de enxágues, sendo eles o enxaguamento por spray e por imersão. Sendo uma das etapas do processo, a fosfatização, segundo Gnecco et. Al. (2003), é um processo que tem como finalidade melhorar a adesão de tintas e fazer com que a superfície se torne mais resistente à corrosão. Esse processo pode acontecer por imersão ou por spray, sendo eles os melhores métodos de limpeza e preparação de superfície em um processo industrial.

#### 4. Por que a redução de água foi proposta dentro do processo de pré-tratamento de superfície?

**E.1:** Ela foi proposta de forma que a gente conseguisse reduzir os impactos ambientais. Hoje a gente tem a captação de água né, do Rio Paraíba e essa captação ela é demandada de água pro nosso processo, porém a gente verificou que essa captação de reuso de água, a gente capta, fazemos o uso dela e depois a gente faz um tratamento dessa própria água e retornamos para o Rio.

**E.2:** A redução de água foi proposta no processo, pois em nossa empresa ela tem a visão e os valores de prever a redução de impactos ambientais e sustentabilidade. Hoje nossa água industrial é produzida através da capacitação do Rio Paraíba, onde a estação de tratamento traga, trata dessa água né, retira do Rio, abastece nossas linhas de produção, depois ela retrata essa água e devolve ao Rio, com nossa redução dentro do processo produtivo, iremos preservar os nossos mananciais.

Os entrevistados 1 e 2 destacam que a principal motivação para a redução de água foi a redução dos impactos ambientais, seguindo a missão e os valores da empresa em questão. As empresas estão cada vez mais em busca de ações que resultem na diminuição desses impactos. Huber (2004) argumenta que essa necessidade é importante quando se trata de tornar os fabricantes de produtos capazes de implementar efetivamente o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Os entrevistados relatam sobre a captação de água de uma fonte natural, um rio. Segundo os entrevistados, a água é captada do rio, tratada, utilizada nas linhas de produção, depois de utilizada é novamente tratada e devolvida ao rio.

Ao ser devolvido à fonte, no que se refere às leis, segundo Lages (2022), as normas brasileiras sobre recursos hídricos não tratam, especificamente, dos aspectos relacionados aos usos da água em uma indústria, porém, impõe restrições aos efluentes industriais lançados em um corpo hídrico receptor.

Assim, segundo Lages (2022, p. 23):

[...] o usuário industrial é obrigado a tratar seus efluentes adequando-os à classe do corpo d'água receptor. O enquadramento dos corpos hídricos é, em última análise, um limitante ao sistema de tratamento de efluentes de um usuário ao estabelecer uma qualidade mínima para os efluentes a serem restituídos [...].

#### 5. Como aconteceu a redução de água no processo de pré-tratamento de superfície?

**E.1:** É, a redução de água no processo começou com engajamento do time né é tentando fazer essa redução, então o time ele trabalhou forte nos

mapeamentos, identificando os maiores pontos de consumo de água no processo, foi criado um indicador a partir dali que a gente criou indicador e identificamos os maiores pontos a gente começou a entender onde a gente deveria atacar e ali a gente começou a aplicar melhorias no nosso processo como instalação de hidrômetro pra entrada de água é criado indicadores também, gráficos diários pra gente poder entender como cada banho se comporta, então banho a banho foi analisado qual é o consumo dele e qual demandava mais água e qual que a gente, o principal que a gente deveria atacar.

**E.2:** A redução aconteceu através de um controle e criação de indicadores que não haviam né, a gente não tinha hidrômetros que medissem essas quantidades de água no processo, então foram instalados os hidrômetros na chegada do processo, criados indicadores e começamos atuar nos pontos com maior consumo, através do nosso laboratório engenharia, conseguimos analisar a água que era descartada por hora e redirecionamos para outros estágios compatíveis, reduzindo a entrada de água industrial no processo, também criamos sistemas automáticos por válvula solenoide que quando o sistema para, corta automaticamente o abastecimento de água industrial reduzindo o gasto por hora né, por metro cúbico de água industrial e garantindo assim também a qualidade do nosso produto.

Os entrevistados 1 e 2 destacam que um ponto muito importante no processo e que norteou as melhorias, foi o monitoramento por meio de indicadores e ferramentas de medição, permitindo que pudesse enxergar os maiores pontos de consumo, podendo assim atacar nos principais consumidores de água, em que, segundo Lima (2018), a boa gestão é um desafio no setor industrial.

Em geral, a administração da água na indústria inclui essencialmente a demanda e oferta de água, sendo que a demanda inclui todas as ações e investimentos voltados para a redução do consumo de água por meio da medição e monitoramento setorial dos recursos hídricos. Com isso é possível entender o balanço de água da atividade industrial e colaborar na construção de indicadores, além de minimizar os prejuízos da perda de água.

## **6. Quais impactos adquiridos com a redução de água no processo?**

**E.1:** É o impacto do nosso processo aqui ele é um impacto ambiental, o financeiro hoje a metragem cúbica pra tratar água é não é tão, não é, esse impacto financeiro não é tão grande o nosso impacto mesmo é ambiental, como eu falei anteriormente né a gente reutiliza água de rios pra gente poder tá utilizando nosso processo e quanto menos a gente capta essas águas dos rios mais ganho ambiental o nosso time tá promovendo.

**E.2:** Os impactos estão relacionados a preservação e sustentabilidade com a redução de água no processo, pois assim diminuimos a carga da estação de tratamento de água e reduzimos também a retirada de água do Rio Paraíba, preservando assim nossos mananciais.

Nessa questão, o entrevistado 1 destaca que o ganho financeiro não tem grande impacto como resultado e sim o ganho ambiental, dessa forma Mierzwa relata que tempos atrás a água já era um insumo de pouca significância economicamente falando. Ainda, o entrevistado 2 afirma que os ganhos estão relacionados à preservação e sustentabilidade.

Segundo Mierzwa (2005), até a década de 1990, a água para uso industrial fazia parte de um insumo pouco significativo para disponibilidade e economia. A água ainda não tinha sido atribuída ao conceito de mercadoria, razão pela qual os conceitos de outorga e cobrança em preparação, eram simples sugestões de ferramentas de controle e comando. No entanto, a utilização desses recursos não possuía mecanismos de controle adequados para atender a demanda e a destinação final dos efluentes.

## **7. Qual foi o indicador utilizado para fazer a medição do consumo de água?**

**E.1:** O indicador que a gente utilizamos aqui no nosso processo foi a metragem cúbica por tonelada no aço produzido, então a gente calculávamos a metragem cúbica e quantidade de peças que eram passadas no nosso processo.

**E.2:** O indicador ele foi criado como consumo de água por metro cúbico por tonelada de aço produzido, onde medimos hoje 6 enxagues através de 6 hidrômetros que controla a chegada de água industrial no processo.

Os entrevistados apresentam conformidade nas respostas, afirmando que o indicador utilizado foi o consumo absoluto  $m^3$ , por quantidade de aço produzido, ou seja, o consumo de água vai depender muito do produto que é fabricado, não sendo possível analisar os dados olhando somente para o consumo absoluto, fazendo-se necessária uma correlação entre consumo e produto. Desta forma, segundo Brene et. al. (2019), a demanda de água nos processos industriais reflete o tipo de produto ou serviço que está sendo fabricado. A intensidade do uso da água na indústria vai depender de vários fatores, incluindo o tipo de processo e produto, tecnologia utilizada, boas práticas e uma gestão com maturidade.

## **8. Existem propriedades especiais na água desse processo que podem afetar o reuso e conseqüentemente na redução?**

**E.1:** Sim, alguns reuso de água a gente não pode estar utilizando é pra qualquer finalidade, então a gente coletávamos a água, levava pro

laboratório, entendíamos a contaminação, qual era a contaminação, medíamos PH e condutividade e dali a gente identificava é onde a gente poderia tá utilizando essa água, então os processos anteriores ou até dentro do processo mesmo a gente verificou que essa própria água ela não serviria pra um banho específico, mas poderia tá utilizando em outro banho pra poder fazer essa reutilização.

**E.2:** Sim, existe as propriedades ao quais a gente trata acidez livre e PH, onde nosso laboratório químico precisa controlar né, essas dimensões aí pra poder garantir o reuso e a qualidade do processo ao qual vai ser utilizado essa água.

Segundo a resposta dos entrevistados, a água utilizada na indústria apresenta características especiais que têm que ser observadas antes de serem colocadas em outro processo. Ou seja, a reutilização não pode afetar a qualidade do produto. Segundo Mancuso e Santos (2013), o reuso específico inclui a reciclagem de efluentes provenientes de processos industriais, sejam eles quais forem, nos processos em que são gerados ou em outros processos desenvolvidos em sequência e que tenham a mesma qualidade dos efluentes em consideração.

Seguindo essa linha, há alguns tipos de reuso que podem ser levados em consideração, para que a água se adeque ao processo, como o reuso direto, indireto, em cascata, reuso de efluentes tratados etc.

## **9. Existe a intenção de ampliar as estratégias sustentáveis adotadas para outras áreas da indústria?**

**E.1:** Sim, a gente coletamos aqui uma amostra de uma água que tinha um consumo significativo, dentro desse consumo que a gente identificou a gente verificou as análises dela de PH, condutividade, fizemos toda a análise que poderia ser feito nela, a partir daí começamos a entender que poderíamos estar utilizando em outra área, por exemplo o Buble Test que é uma área que a gente tem a fabricação do aro e laminação.

**E.2:** Sim, existe. O nosso interesse é de dar abrangência é, nos demais processos de nossa empresa, apresentar isso aos nossos fornecedores e clientes junto do nosso staff para que esse trabalho seja divulgado e sua abrangência seja prevista e proveitosa para demais áreas de todas as indústrias.

Os dois entrevistados apresentaram que a intenção é reutilizar a água em outras áreas. O entrevistado 1 apresenta que é importante fazer as análises dessa água, antes de utilizá-la em outro processo. O entrevistado 2 mostra que é de grande importância não só para a empresa, mas para outras organizações adotarem técnicas corretivas que vão ao encontro do desenvolvimento sustentável.

Em se tratando de aplicação de recursos pelas empresas, Dias (2019) afirma que a maioria dos esforços tecnológicos e financeiros aplicados ao SGA (Sistema de Gestão Ambiental) está ligada à prática de técnicas corretivas, tais como armazenamento de água, e outros. E para alcançar o desenvolvimento sustentável, é essencial que as medidas corretivas sejam substituídas por normas de prevenção que agem na origem dos problemas.

#### **10. Como você identifica que o resultado do projeto foi positivo dentro do processo?**

**E.1:** Analisando os dados ali depois do trabalho executado, a gente analisou os dados de 2022 a 2023, a gente teve uma redução significativa ali, entre os, entre um ano e outro de 31.000m<sup>3</sup>.

**E.2:** A gente consegue identificar através dos nossos indicadores né. a redução significativa no consumo do metro cúbico de água gasto e no controle de qualidade nosso, que são os ríflas da produção, que a gente consegue ver a performance das especificações de aceitação dos parâmetros estabelecidos no processo, eles continuam e a gente não teve nenhuma, é... posso dizer assim, nenhuma divergência por estar reutilizando essa água aí, e a redução da água industrial.

Segundo os entrevistados, através dos indicadores foi possível notar um resultado significativo de redução de água. O entrevistado 1 traz o dado de redução de 31.000m<sup>3</sup>, o que é equivalente a 31 milhões de litros de água que deixaram de ser descartados e foram reutilizados. Como afirma Brene et. al. (2019), a água é considerada um recurso renovável porque pode ser recomposta em quantidade, mas também é um recurso finito em termos de quantidade disponível e qualidade utilizável.

O entrevistado 2 reforça que através dos indicadores foi possível ver o impacto positivo, sem afetar a qualidade do processo. Dito isso, Klemes (2012) afirma que o desenvolvimento de métodos para reduzir o consumo de água e geração de águas residuais tem se desenvolvido rapidamente e recebido atenção considerável em todo o mundo.

## **5 Considerações Finais**

Em uma abordagem de todo conteúdo, percebe-se que a gestão dos recursos naturais é um desafio para as indústrias, pois a água, que é o recurso em questão, é um item difícil de ser controlado e setorizado dentro das empresas. Além desse desafio, o gestor é o grande responsável por conhecer as vazões de água,

para assim conseguir aplicar melhorias dentro do processo, para atingir a finalidade, que é a de reduzir. A redução de água não é tão simples assim, é preciso analisar quais as características especiais da água, e após comprovado, definir se a utilização não irá afetar a qualidade do processo e do produto.

No início do trabalho foi colocado a seguinte problematização: “Como foi realizado o processo de redução do consumo de água no pré-tratamento de superfície de materiais em aço, no sistema de pintura da indústria metalúrgica multinacional estudada?”. Assim, com base no referencial teórico e no estudo de caso notou-se que as empresas estão buscando cada vez mais realizar atividades que vão de encontro ao desenvolvimento sustentável, para reduzir os impactos ambientais causados por atividades do homem. O processo de pré-tratamento que foi tratado neste artigo, demanda uma grande quantidade de água, visto que, o enxaguamento das peças é feito por água. Em todo processo existem falhas e perdas, isso faz com que oportunidades surjam para reduzir esses problemas.

Então, para que qualquer atividade ou melhoria seja executada, é preciso que indicadores sejam criados para que a sua utilização seja monitorada e os maiores pontos de consumo sejam identificados. Os entrevistados destacam que através dessas medições, é possível atacar na raiz do problema. Em relação aos impactos adquiridos, desde muito tempo os conceitos de cobrança eram simples sugestões, ou seja, o ganho financeiro era quase inexistente, na pesquisa isso foi confirmado, já que segundo os entrevistados o ganho é ambiental. O conceito de redução de água, não se resume apenas em reduzir, há tipos de reutilização que podem ser aplicados, e algumas especificidades da água que precisam ser levadas em consideração, para que ela não afete o processo. Sendo assim, a missão de reduzir se torna um pouco mais complexa, e não apenas deixar de usar, ou reutilizar em outro lugar.

Após a execução do estudo de caso com o técnico químico e o gestor de produção da empresa, e a análise dos dados, o objetivo do trabalho foi alcançado, com base no referencial teórico, de modo que demonstrou como o processo acontece e como foi realizado a redução de água, pois ela irá lhe trazer muitos benefícios, de forma que irá ajudar a organização em todo seu processo de crescimento trazendo maior competitividade, já que elas estão se valorizando cada vez mais com ações que dão uma devolutiva ao meio ambiente.

Este não é um trabalho conclusivo. As informações que fazem parte deste artigo poderão ser usadas como referência para estudos futuros relacionados ao tema que foi estudado. Desse modo, como sugestão de uma nova pesquisa, propõe-se realizar um estudo de caso ou uma entrevista semiestruturada em outras áreas da empresa, em diferentes processos, ou em outras empresas que utilizam uma grande demanda de água, assim como a empresa estudada.

## 6 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília, DF: ANA, 2019. 75p.

ALMEIDA, F. O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ARAUJO, C. Estudo de Caso. 2008. 25 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho. 2008.

BARBOSA, G. S. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. Revista Visões, 4ª ed., nº4, v. 1 - Jan/Jun, 2008.

BEAL, D. A.; FERREIRA, S. C.; RAUBER, D. Recursos Hídricos: uso de água na indústria - o caso de Dois Vizinhos no Paraná-PR. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas (III CONAPE). 2014. p. 6.

BILOTTA, P; et. al. Reuso industrial de efluente na gestão integrada de águas urbanas. Curitiba: Revista Tecnologia e Sociedade, 2022.

BRENE, et. al. Um estudo sobre o consumo de água no sistema produtivo do Estado do Paraná: Uma perspectiva metodológica. Journal on Innovation and Sustainability. São Paulo, v.10, n.4, p. 90-103, 2019.

CARBONARI, F.I. A Gestão dos Recursos Hídricos: Conceitos e princípios fundamentais. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997.

CHIZZOTTI, A. Pesquisa em ciências humanas e sociais. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2006.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). INFOÁGUAS. Disponível em: <https://sistemainfoaguas.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 19 maio. 2023.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federal do Brasil, Brasília, 2005.

COSTA, D. M. A.; BARROS JUNIOR, A. C. Avaliação da necessidade do reúso de águas residuais. *Holos*, v. 2, p. 81-101, 2007

CUNHA, Ananda; et. al. O Reuso de água no Brasil: A importância da reutilização de água no país. Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas. Anápolis-GO; 2011.

DIAS, R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

FIRJAN. Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria / Federação das Indústrias do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: DIM, 2015. 35p.

GIL, A.C. Como elaborar projetos e pesquisa. 4ª ed. São Paulo: Atlas; 2002.

GNECCO, C.; MARIANO, R.; FERNANDES, F. Tratamento de superfície e pintura. Rio de Janeiro: IBS/SBCA, 2003. 94 p.

HUBER J. New Technologies and Environmental innovation. Edward Elgar Publishing: Cheltenham. 2004. p.161.

JUNIOR, A.O. Avaliação de tecnologias avançadas para o reuso de água em indústria metal-mecânica. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006).

KLEMES J. J. Industrial water recycle/reuse. *Current opinion in chemical engineering*, v. 1, n. 3, p. 238-245, 2012.

LAGES, L.A. Gestão da água na indústria: Estudo de caso da fábrica de combustível nuclear. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2022.

LAVILLE, Christian; Dionne, Jean. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre : Artmed : Belo Horizonte: Editora UFMQ 1999. 339 p.

LIMA, E. P. C. Água e Indústria: experiências e desafios. 1 ed. Brasília: Infinita Imagem, 2018. 119p.

MACHADO Jr, Celso; MAZZALIB, Leonel; SOUZAC, Maria Tereza Saraiva; FURLANETOD, Cristiane Jaciara; PREAROE, Leandro Campi. A gestão dos recursos naturais nas organizações certificadas pela norma NBR ISO 14001. Produção, v.23, n.1, p. 41-51, 2013.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS H.F. (2013) Reúso de Água. Barueri: Manole.

MARTINS, G.A. Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. Água na Indústria: Uso Racional e Reuso. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MIERZWA, J. C. O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: estudo de caso da Kodak. São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, Antônio. Corrosão e tratamento de superfície. Belém: IFPA; Santa Maria: UFSM, 104 p., 2012.

TORRES, T.L.; et. Al. Gestão do uso na água na indústria: aplicação do reuso e recuperação. R. gest. sust. Ambient., Florianópolis, v. 7, n. 2, p.370-385, 2018.

WILCOX, J.; NASIRI, F.; BELL, S.; RAHAMAN, Md. S. Urban water reuse: A triple bottom line assessment framework and review. Sustainable Cities and Society, v. 27, 2016, p. 448–456.

YIN, R.K. Estudo de Caso: Planejamentos e Métodos. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.