

Análise da importância do reuso da água em lavanderias de beneficiamento de jeans

Analysis of the importance of water reuse in jeans processing laundries

Análisis de la importancia de la reutilización del agua en las lavanderías procesadoras de jeans

Recebido: 29/03/2021 | Revisado: 05/04/2021 | Aceito: 19/05/2021 | Publicado: 20/05/2021

Antônio Alves Romão da Silva Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1192-8077>
Centro Universitário Tabosa de Almeida, Brasil
E-mail: romaoarasf@gmail.com

Armando Dias Duarte

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2571-7705>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: armando01.dias@gmail.com

Thayse Diniz Pedrosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5769-7668>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: thaysediniz1@hotmail.com

Gilson Lima da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2484-3590>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: glimasilva21@yahoo.com.br

Sávia Gavazza dos Santos Pessôa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4433-7735>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: savia@ufpe.br

Resumo

As lavanderias de Beneficiamento de Jeans, são consideradas indústrias com uma alta capacidade poluidora e hidro intensivas, devido aos produtos químicos utilizados durante os processos produtivos, e que demandam uma grande quantidade de água para o beneficiamento das peças. Nesse cenário há necessidades de estudos que apontem alternativas de reuso da água, como também diversificação na sua forma de captação. A presente pesquisa tem como objetivo analisar o reuso de águas nas lavanderias localizadas no Arranjo Produtivo Local de Confecções do Agreste Pernambucano (APLCAPE), de forma a contribuir para as alternativas de reuso durante o processo produtivo. Para levantamento dos dados, foram aplicados questionários e entrevistas em 105 lavanderias, onde foi possível determinar e conhecer o processo produtivo, uso da água e possibilidades de reuso. Verificou-se que 83% das lavanderias realizam níveis diferentes de reuso água e 17% não fazem qualquer tipo de reuso. Não obstante, os resultados demonstraram que a prática do reuso de água, além de contribuir para a economia de água no processo, traz uma economia financeira considerável, uma vez que a maioria das lavanderias utilizam água compradas de caminhão pipa, o que interfere no custo e na competitividade do produto.

Palavras-chave: Indústria Têxtil; Reuso de água; Desenvolvimento sustentável.

Abstract

The Denim Processing laundries are considered industries with a high polluting and hydro intensive capacity, due to the chemicals used during the production processes, and that demand a large amount of water to process the garments. In this scenario, there is a need for studies that point out alternatives for water reuse, as well as diversification in the way it is collected. The present research aims to analyze the reuse of water in the laundries located in Agreste Pernambucano Local Productive Clothing Arrangement (APLPCA), in order to contribute to the alternatives of reuse during the production process. To collect the data, questionnaires and interviews were applied in 105 laundries, where it was possible to determine and learn about the production process, water use and possibilities of reuse. It was found that 83% of laundries perform different levels of water reuse and 17% do not reuse at all. Nevertheless, the results demonstrated that the practice of water reuse, in addition to contributing to water savings in the process, brings considerable financial savings, since most laundries use water purchased by water truck, which interferes with the cost and product competitiveness.

Keywords: Textile industry; Water reuse; Sustainable development.

Resumen

Las lavanderías de beneficio de Jeans son consideradas industrias con una alta capacidad contaminante e hidointensivas, debido a los productos químicos utilizados durante los procesos productivos, y que demandan una gran cantidad de agua para el procesamiento de las piezas. En este escenario, es necesario realizar estudios que

señalen alternativas para la reutilización del agua, así como la diversificación en la forma en que se recolecta. La presente investigación tiene como objetivo analizar la reutilización del agua en las lavanderías ubicadas en el Arreglo de Producción Local de Dulces de Agreste Pernambucano (APLDAP), con el fin de contribuir a las alternativas de reutilización durante el proceso productivo. Para la recolección de los datos se aplicaron cuestionarios y entrevistas en 105 lavanderías, donde fue posible determinar y conocer el proceso de producción, uso del agua y posibilidades de reutilización. Se encontró que el 83% de las lavanderías realizan diferentes niveles de reutilización del agua y el 17% no reutiliza en absoluto. Sin embargo, los resultados demostraron que la práctica de la reutilización del agua, además de contribuir al ahorro de agua en el proceso, trae consigo ahorros económicos considerables, ya que la mayoría de las lavanderías utilizan agua comprada por camión cisterna, lo que interfiere con el costo y la competitividad del producto.

Palabras clave: Industria textil; Reutilización de agua; Desarrollo sustentable.

1. Introdução

As indústrias têxteis (Fiação, Tecelagem e Beneficiamento) têm como objetivos a transformação da matéria prima em produto acabado, ou seja, fibras (natural ou sintética) em fios, de fios em tecidos e de tecidos em peças de úteis, seja de vestuário, para uso doméstico, artigos para aplicações técnicas entre outras aplicações. E devido a essa diversidade de aplicações, tem-se, conseqüentemente, uma diversidade de processos produtivos para se obter o produto final.

Durantes os anos de evolução a produção têxtil foi ocupando um espaço significativo na economia, que de acordo com a Associação Brasileiro da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit) (2019), o Brasil estava ocupando a posição de quarto maior produtor e consumidor de denim no mundo e como segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas (juntos).

Segundo Viana et al. (2008), informam que esse segmento de mercado foi intensamente impactado positivamente pelas demandas dos setores de moda vestuário, acessórios, calçados, bolsas e artigos de casa, sendo os tecidos mais fortemente evidenciados pelos produtos de moda. E entre esses destaca-se o jeans, material vestido por todos, sem limite de idade, sexo e cultura (Catoira, 2006).

Para Bota e Ratui (2008), a relevância do jeans na cultura material implica em uma alta produção em escala global, que devido ao tipo do processo de beneficiamento causa um alto impacto ambiental. Esses autores ainda asseveram que esse tipo de indústria (têxtil) enfrenta uma condição desafiadora no campo da qualidade e da produtividade, pois os parâmetros ecológicos, cada vez mais rigorosos e competitivos, torna-se necessário conjugar a qualidade e a ecologia.

Desde o ano de 1990, as percepções de sustentabilidade, responsabilidade social e reciclagem passaram a ser incluída na indústria da moda, que entendeu a necessidade de se ajustar aos novos tempos e exigências dos consumidores, devido a carência de água e outros recursos naturais (Sindlav, 2011).

Durantes os anos de evolução a produção têxtil foi ocupando um espaço significativo na economia, que de acordo com a Abit (2019), o Brasil estava ocupando a posição de quarto maior produtor e consumidor de denim no mundo e como segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas (juntos).

No Brasil, Pernambuco se destaca, com as indústrias do Arranjo Produtivo Local de Confecções do Agreste Pernambucano (APLCAPE), especificamente a confecção de jeans, pois, segundo a Associação Brasileira de Vestuário (ABRAVEST) (2020), o Brasil produziu 341 milhões de peças de jeans em 2019, dos quais 17% desse montante foram produzidos em Pernambuco (a produção está concentrada em Toritama e Caruaru), ou seja, algo em torno dos 60 milhões de peças por ano fazendo de Pernambuco o maior produtor de jeans do Brasil, superando o Paraná e Santa Catarina.

No APLCAPE, as lavanderias têm a função de beneficiar os tecidos e confecções de jeans através de diversos processos que alteram as características físicas das peças confeccionadas como: estabilidade a luz, aparência, brilho, cor, maciez e toque das peças. Inicialmente as peças fabricadas com o tecido jeans eram comercializadas com o tecido na forma

original, que com o uso e as lavagens habituais, iam adquirindo lentamente e naturalmente, com o tempo, a aparência desejada, ou seja, uma calça envelhecida, surrada e desbotada (Silva Filho, 2013).

Atualmente, por exigência do mercado, esta aparência desejada é acelerada dentro do próprio processo de fabricação através do processo de lavagem tipo *stone washed* (lavadas a pedra), que, normalmente, por sua complexidade, é produzida em uma unidade independente ao processo de confecção. Esta etapa da produção de jeans pode ser realizada na própria empresa ou ser terceirizada. Por esta razão, surgiram as lavanderias de jeans como parte da cadeia produtiva desse produto. O surgimento dessa atividade gerou um impacto ambiental de grandes proporções. Uma vez que, para atingir o objetivo desejado na lavagem, é necessário utilizar água em abundância.

Little (1970) informa que estas indústrias (indústrias têxteis) possuem um composto de operações hidro-intensivas, pois a água é fundamental para remoção das impurezas naturais e para a retirada dos produtos químicos utilizados nos processos de beneficiamento, mantendo baixas as concentrações desses produtos. Se houver a redução no uso da água (por exemplo, nos enxágues), os resíduos dos produtos químicos podem comprometer o valor do produto têxtil, e isso pode trabalhar contra a ideia de alteração dos processos de controle a poluição e a conservação da água.

No processo produtivo do jeans, em função da moda é necessário realizar o beneficiamento para que a peça possa adquirir características visuais desejadas pelo consumidor e em função da moda, daí vêm às lavanderias industriais que podem ser anexas ou autônomas. Essas são responsáveis pelo tratamento superficial das peças, por isso de grande importância comercial, que na região gera riquezas e empregos, mas também, causam impactos relevantes na saúde do trabalhador (devido a quantidade de produtos químicos a serem manipulados), ao meio ambiente e a população (uso intensivo de água, emissões gasosas, efluentes contaminados e resíduos sólidos indesejáveis) (Botos, 2007; Canelada, 2011; Heise, 2009; Knoll, 2011; Tavares, 2011). Ou seja, as atividades das lavanderias demandam um grande consumo de água, que, como consequência, gera grandes volumes de efluentes, que quando não tratados, é acompanhado de uma grande carga de poluição (dependendo do processo de beneficiamento). O crescimento e evolução dos processos produtivos também estão ligados a alta geração de resíduos, segundo Velicko; Amrginski e Hemkemeier, (2020) os impactos ambientais têm tendência a acabar, pois com a transição da economia linear (extrair, transformar, descartar) para a economia circular deve-se iniciar, que seria avaliando, prevenindo e evitando a geração de resíduos, e implementando a reciclagem, logo agregando valor na indústria.

Para Silva Filho et al. (2021) “para realizar o beneficiamento do jeans as peças são submetidas a diversas operações específicas, e a maioria destes processos ocorrem em meio aquoso, chamados de banhos”. Durante essas práticas, é notado que o efluente final, possui um grande potencial poluidor devido aos produtos químicos utilizados e substâncias responsáveis pela fixação dos tingimentos. De acordo com Da Rocha, De Castro Rocha e Lustosa (2017), a geração, destinação e reaproveitamento de resíduos é uma responsabilidade compartilhada, que precisa ser combinada com todos os indivíduos da cadeia de produtiva, para que totalidade ou uma parte pratiquem a gestão adequada dos resíduos. Há não efetivação do modelo práticas leva a uma ineficiência nos processos produtivos com prejuízos econômicos e ambientais, e, respectivamente, afetando a competitividade as empresas e a qualidade de vida da população. No setor de beneficiamento de jeans, isto se torna crítico, pois em um ambiente competitivo, a redução de custos com a melhoria da eficiência nos processos, cria diferencial competitivo mercadológico.

Na medida em que as empresas vão aderindo e pondo em prática os conceitos de Qualidade Total, a poluição, proporcionalmente, vai diminuindo, pois esta é uma forma de desperdício e incompetência para utilização dos recursos disponíveis nos processos produtivos, e este fato leva a indústria a rever seus processos e reagir ao desperdício que diretamente contribuir para a melhoria do meio ambiente.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar a importância do reuso da água em lavanderias de beneficiamento de jeans com o intuito de contribuir com conhecimento sobre as práticas durante os processos produtivos.

1.1 Reuso da água

Conforme Kubler et al. (2015), as possibilidades de utilização de água de reuso de maneira planejada podem ser divididas em duas grandes categorias: não-potável e potável. As mais proeminentes na categoria de não-potável são reuso agrícola, industrial, municipal e recreacional/ambiental.

Em Iwaki (2015, p.1), “a prática de reuso para fins não potáveis já é reconhecida em diversos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento”. Ainda, de acordo com o autor, atualmente, assevera que o crescimento da prática do reuso por meio das redes de distribuição já existentes como forma de eliminar os custos operacionais de construção e manutenção de redes paralelas.

Fonseca et al (2020), comentam em seu artigo do visível descaso humano sobre assuntos relacionado ao meio ambiente, e que a humanidade durante décadas poluiu e utilizou os recursos naturais sem se preocupar em repor o que foi utilizado e imaginado que esses recursos fossem infinitos e não se preocupavam com sua renovação.

Almeida et al (2020), corrobora com esse pensamento e enfatiza a necessidade de compreender e refletir sobre os problemas do uso sem controle dos recursos naturais. Para esses autores, no Brasil, os problemas em relação à água, surgem, a partir da visão histórica de que, a água é abundante (e infinita), e que as empresas continuam com essa visão, utilizando águas nobres em seus processos industriais, como, torres de resfriamento, sistemas de caldeiras, lavagens entre outros usos, ao invés de utilizar águas menos nobre, como a água de reuso.

A escassez da água e o clima predominante da região são fatores que induz ao reuso de água, assim como o quadro econômico que impulsiona a realização da prática. Segundo Iwaki (2015) o reuso para fins não potáveis é explorada em países em crescimento e desenvolvidos, podendo ser definido em: reuso indireto, quando o lançamento de água usada (uma ou mais vezes para fins domésticos e industriais) em águas superficiais, de forma diluída e reuso direto, que é estabelecido como o uso planejado de esgoto tratado para determinadas finalidades como uso industrial e irrigação.

Na prática do reuso não se pode determinar padrões, deve-se ter procedimentos baseados na legislação e ligados as particularidades locais, envolvendo questões éticas, sociais, econômicas e ambientais (Cunha et al., 2011).

Iniciativas para um desenvolvimento sustentável é desafiador, sendo uma alternativa que irá permitir disponibilidade de água para as gerações futuras. A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433 de 1997 apresenta em seu Art. 2º como objetivos garantir o abastecimento de água necessário às gerações presentes e futuras com padrões de qualidade adequados aos seus respectivos fins, a utilização razoável e abrangente dos recursos hídricos, incluindo transporte de água, para alcançar o desenvolvimento sustentável, prevenção e defesa contra grandes eventos hidrológicos da natureza ou das consequências causadas pelo uso impróprio dos recursos naturais, bem como incentivar e promover a captação, preservação e aproveitamento das águas pluviais (Brasil, 1997).

A gestão dos recursos hídricos enfrenta muitos desafios ligados a sustentabilidade, entres eles é lidar com estratégias para que as práticas na indústria que utilizam água no seu processo produtivo gerem economias de recursos naturais e financeiros. Em Rocha et al. (2018), esses fatos relatados são percebidos em seu estudo e também é enfatizado que planejar ações sustentáveis ligadas as leis ambientais torna a organização bem vista pela sociedade, trazendo resultados positivos para empresa e meio ambiente. Para Da Silva e Santana (2014) principalmente onde existe pouca disponibilidade de água, e em processos que possibilitam a reutilização é de extrema necessidade fazer a reciclagem e o reuso da água que pode ser realizado de diversas maneiras, colaborando para o desenvolvimento sustentável.

Segundo Silva Filho et al. (2021), comercialmente, os processos de beneficiamento de jeans mais procurados pelas indústrias de confecções no APLCAPE, identificados na pesquisa, foram estonagem (25%), tingimento (15%), tingimento com estonagem (25%) e a marmorização (15%), que juntos correspondem a 80% de toda a demanda, e desses 40% tem o processo de tingimento.

Pela legislação, segundo Bernardes (2016), devem ser removidos todos os corantes utilizados pelo tingimento antes do descarte no corpo d'água/efluentes industriais. Dessa forma, com o tratamento utilizado para tratar os efluentes, torna-se possível reutilizar a água tratada para novos processos de tingimento, em proporção adequada com água bruta/virgem, sem afetar a qualidade do produto final. Ainda segundo esse autor, com essa prática, pode trazer uma economia adicional dos produtos químicos utilizados no tingimento, com o sal por exemplo, pois a água de reuso contém eletrólitos, que são compostos necessários para fixar a cor ao tecido.

Dessa forma, Ribeiro (2012) corrobora asseverando que: “o reuso de efluentes é uma das mais importantes práticas de conservação da água e, por isso, tem crescido significativamente nos últimos anos no Brasil, em virtude da baixa disponibilidade hídrica característica de algumas regiões” (Ribeiro, 2012, p.3).

A Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) define o reuso de água como uma prática de racionalização e conservação dos recursos hídricos, no artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 do CNRH possui as seguintes definições:

A partir desse artigo 2º, Cunha (2012, p. 5), definiu reuso como: “o reuso pode ser definido como uso de águas residuárias ou água de qualidade inferior tratada ou não” e ainda complementa dizendo que conforme seja o uso dessa água tratada define-se o tratamento adequado. Por esse motivo nas empresas de beneficiamento de jeans, a água é utilizada em todo processo, exceto certos beneficiamentos a seco, entretanto Ferreira, Spanhol e Keller (2009), enfatizam a importância de se fazer a gestão das águas e o desenvolvimento de consciência ambiental em todo o processo.

Little (1970) assevera que os efluentes têxteis são uma mistura, pesadamente carregada, de soluções ácidas e alcalinas, carregadas com produtos químicos em concentrações variadas, tendo ainda, outros fatores como a temperatura utilizada em alguns processos. Esse autor, ainda afirma que os efluentes contendo essas misturas de produtos químicos, com flutuações do pH, temperatura e quantidade de água por batelada, apresenta muitos problemas na quantificação e qualificação deste efluente, daí, deve-se planejar o tratamento com a inclusão de facilidades para obtenção de uma melhor uniformidade e equilíbrio da mistura. Por isso é muito importante conhecer as várias operações envolvidas nesse tipo de indústria e os problemas associados com os efluentes produzidos.

Segundo Araújo e Ferreira (2015), as indústrias têxteis em função de utilizarem recursos naturais, que consomem água e energia, geram emissões atmosféricas e resíduos sólidos, são vistas como poluidoras, entretanto muitas delas já desenvolvem atividades com as precauções necessárias para proteção do meio ambiente, como tratamento das emissões, tratamento dos efluentes e reutilização da água tratada e com isso gerando economia financeira melhorando a performance do empreendimento. Andrade e Silva (2013) comprovam que a reutilização de até 30% de efluente tratado no processo de tingimento ainda garante a viabilidade e qualidade, reduzindo em cerca de 55% o custo da empresa com o consumo de água.

Na maioria das regiões onde estão instaladas as indústrias têxteis, surgem questões ambientais relativas ao uso da água, bem como o tratamento dos efluentes gerados, gerando como consequência o aumento dos seus custos, devido a regulamentações mais severas, especialmente em relação à cor, toxicidade e salinidade (Barclay et al., 2002).

Sabendo-se que a indústria de beneficiamento de jeans é hidro intensiva, pois em todas as principais fases do beneficiamento são dependentes de água. Esse consumo é tão intenso que Tavares e Arnt (2011, p. 35) fazem a seguinte afirmação: “[...] se todos os jeans produzidos no mundo fossem calças Levis 501 de tom médio, o 1,5 bilhão de jeans confeccionados anualmente consumiria 5,2 trilhões de litros d'água - nada menos do que o equivalente a 11 horas ininterruptas da vazão média do Rio Amazonas no mar (133.000m³/segundo) de acordo com a agência nacional de águas.” Essa afirmativa, confirma cada vez a importância do estudo realizado, no sentido de caracterizar e avaliar as práticas de reuso de água em lavanderias de beneficiamento de jeans.

2. Metodologia

De acordo com Gil (2017), a pesquisa foi considerada exploratória e descritiva, pois buscou uma maior familiaridade com a problemática apresentada e visou a construção de hipóteses e o aprimoramento de ideias. A abordagem adotada, foi a qualitativa, cujo local onde a pesquisa foi desenvolvida foi o APLCAPE localizado na mesorregião no Agreste de Pernambuco, nas microrregiões do Vale do Ipojuca, município de Caruaru, onde a economia gira em torno do comércio das feiras livres de confecções (Sulanca), indústrias e turismo e no Vale do Alto Capibaribe, municípios de Santa Cruz do Capibaribe (Capital da Sulanca) com indústrias de confecções, principalmente voltada para produção de roupa de malha, e Toritama.

A definição do campo de estudo, foram as lavanderias existentes na cidade de Caruaru, devido ao maior quantitativo de lavanderias (144), este número é questionável, pois o número de lavanderias clandestinas é maior na periferia e na zona rural, por isso se buscou fontes próximas a esta atividade produtiva para quantificar e localizar as lavanderias existentes. Foi determinado o tamanho da amostra do estudo, através de testes estatísticos. Os resultados encontrados são descritos na Tabela 1:

Tabela 1 - Cálculo da amostra.

Tamanho da População (Universo)	144
Desvio Padrão Populacional	50
Nível de Confiança	95
Precisão	5
Amostra (considerando uma população finita)	105

Fonte: Autores (2021).

Para levantamento dos dados necessários para concretização do objetivo proposto, foram aplicados questionários e entrevistadas 105 lavanderias (a amostra da pesquisa). De acordo com Manzato e Santos (2012), o levantamento de informações para esses tipos de pesquisa têm a finalidade de colaborar com o trabalho de dados ou fatos colhidos da própria realidade, em suas diversas formas para análise, de forma que de posse dos dados, fosse possível estabelecer um padrão que pudesse fazer comparação entre as lavanderias utilizando-se das ferramentas da estatística descritiva e de inferência. Foram escolhidos, como sujeitos de pesquisa, para responder estes instrumentos os gestores das organizações (proprietários e gerentes). Com estes instrumentos, em seus vários blocos, foi possível determinar e conhecer o processo produtivo, uso da água, uso da energia e destinação dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos, combustíveis utilizados entre outros dados do processo produtivo.

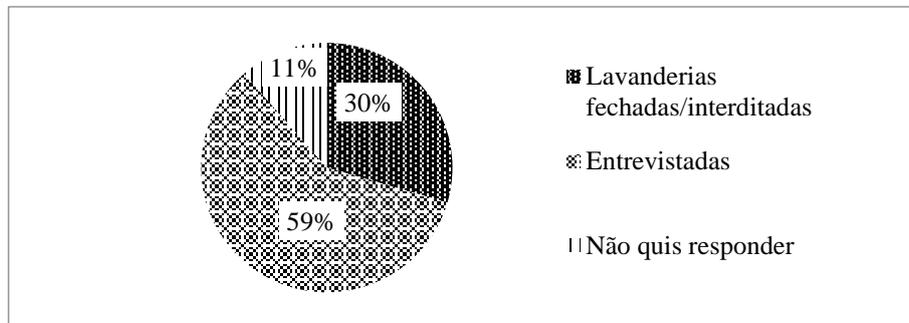
Durante a aplicação dos questionários e entrevistas, foi utilizada a observação direta não participativa, onde foram observadas as condições gerais, como: vazamento de água nas máquinas e tubulações, vazamento de vapor nas tubulações, organização e arranjo físico das máquinas, entorno das lavanderias buscando identificar algum tipo de influência como cor dos córregos, fuligem sobre telhados próximos e outros itens que pudessem ter origem na lavanderia visitada. Como forma de complementar e entender melhor os processos, foram realizadas conversas informais com pessoas ligadas aos órgãos fiscalizadores do ITEP, Vigilância Sanitária (municipal-Caruaru-PE) e CPRH. Nas lavanderias, buscou-se conversar com funcionários, clientes e população do entorno, buscando informações que pudessem contribuir com os resultados desta pesquisa e agregassem valor as conclusões.

3. Resultados e Discussão

Para obtenção dos dados necessários para esta pesquisa, foram visitadas 73% (esse número é o tamanho da amostra, calculada na metodologia) do universo da pesquisa que corresponde a 105 lavandeiras (a amostra). Da amostra, 30% encontravam-se fechadas, sendo algumas delas interditadas pelas autoridades fiscalizadoras, 59 % responderam (totalmente ou

parcialmente) ao questionário e o roteiro de entrevista estruturado e 11% não quiseram responder, conforme Figura 1. Não houve nenhum critério de escolha das lavanderias estudadas. Seguiu-se um roteiro em função da proximidade entre os endereços nos bairros e ruas onde estão localizadas as lavanderias.

Figura 1 – Condições das Lavanderias no período da pesquisa.



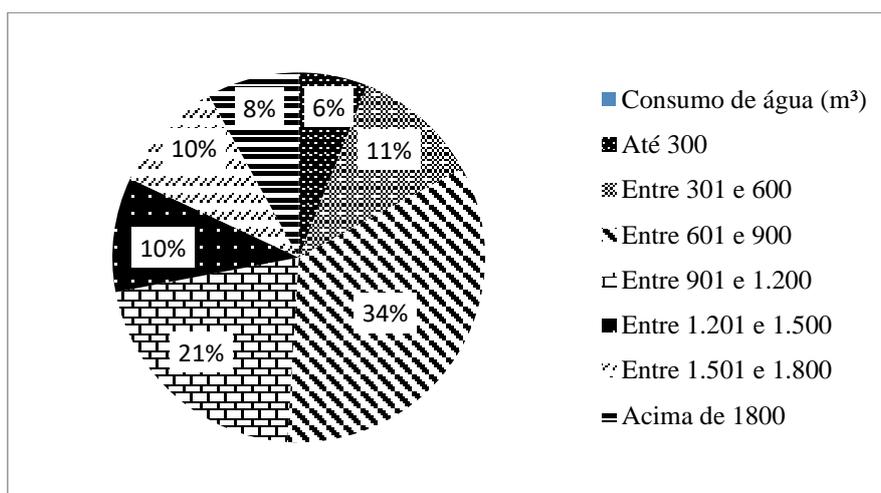
Fonte: Autores (2021).

Quanto a localização, identificou-se que 16% das lavanderias visitadas encontra-se em zonas industriais ou isoladas das residências, mas a grande maioria, 84% das lavanderias estão instaladas em zonas residenciais e densamente habitada. Existem algumas poucas lavanderias na zona rural que não fizeram parte da amostra por difícil acesso e por não concordarem em fazer parte da pesquisa, pois são informais. Das lavanderias pesquisadas 15% são anexas, ou seja, fazem parte do conjunto fabril de fabricação de jeans, e 85% são autônomas, ou seja, prestam serviço apenas de beneficiamento de jeans (terceirizadas).

3.1 Consumo de água

As lavanderias de beneficiamento de jeans são empresas hidro intensivas, ou seja, são empresas com grande consumo de água. O consumo mensal das lavanderias é bastante variado, possibilitando a sua classificação conforme Figura 2.

Figura 2 - Consumo das lavanderias.

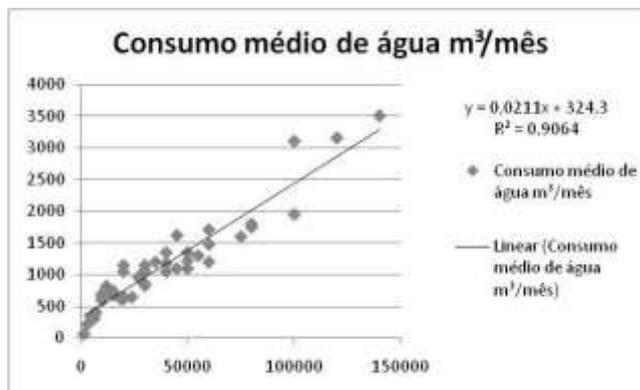


Fonte: Autores (2021).

O consumo de água mensal é um indicador importante, pois é um parâmetro dependente da produção, cuja grande parte das lavanderias do estudo (34%) possuem o consumo entre 601 e 900m³, seguidos de 21% entre 901 e 1.200m³, esse fato representa o tamanho das lavanderias, constatado através do teste estatístico da regressão linear com a relação entre produção

(pç/mês) x consumo médio de água (m³/mês), descrito na Figura 3. Essa análise justifica a caracterização dessas indústrias como hidro intensivas, como constatados nos estudos desenvolvidos por Alves et al. (2020) e Silva e Xavier (2020), que verificaram que essa tipologia industrial demanda grandes quantidades de água em seus processos.

Figura 3 - Relação entre produção (pç/mês) x consumo médio de água (m³/mês).



Fonte: Autores (2021).

Quando realizada a Regressão linear (ver Tabela 2) para verificação da relação existente entre a produção e o consumo de água, utilizando os dados obtidos na pesquisa de campo, observou-se que o coeficiente de correlação (R-múltiplo=0,952) e o coeficiente de determinação da amostra (R-quadrado=0,906425914 e R-quadrado ajustado=0,904) se apresentaram muito próximos de 1, e tendo o fator de F de significação =2,23691E-27, abaixo de 0,05 e muito próximo de 0, indicando uma correlação muito forte entre o consumo de água e a produção de peças por mês.

Tabela 2 - Regressão linear com a Relação entre Produção (pç/mês) x consumo de água.

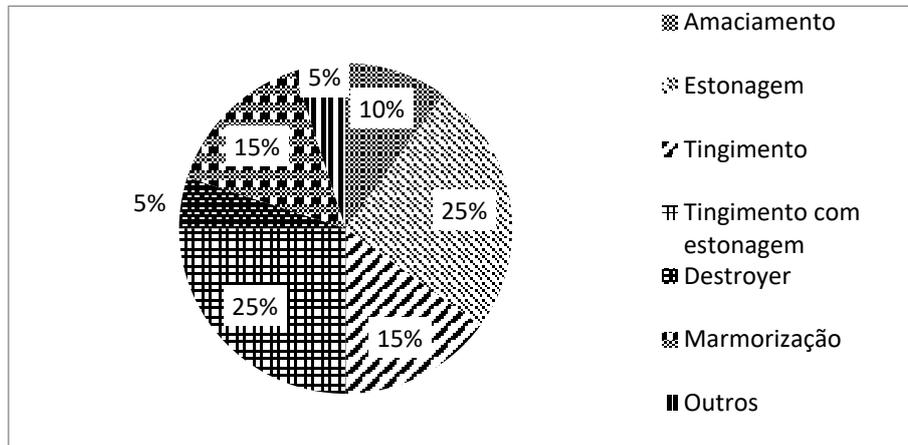
<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,952
R-Quadrado	0,906
R-quadrado ajustado	0,904
Erro padrão	216,775
Observações	52

Fonte: Autores (2021).

Foi identificado que 3% das lavanderias pesquisadas utilizam somente água da concessionária, 97% consomem água proveniente de barreiros, rios e açudes da região (transportadas até as lavanderias em caminhões-pipa) e 5% das lavanderias, além da utilização de água transportada por caminhão-pipa, possuem poço artesiano próprio. Ainda foi verificado que 23% fazem algum tipo de aproveitamento de água de chuva. Silva Filho et al. (2021) observaram que 3% das lavanderias pesquisadas utilizam somente água da concessionária, 97% consomem água proveniente de barreiros, rios e açudes da região (transportadas até as lavanderias em caminhões-pipa) e 5% das lavanderias, além da utilização de água transportada por caminhão-pipa, possuem poço artesiano próprio. Ainda foi verificado que 23% fazem algum tipo de aproveitamento de água de chuva. No quesito máquinas com vazamento, foi observado que em 58% das lavanderias as máquinas e tubulações (internas) possuem vazamentos em diversos graus, gerando um grande desperdício de água, mostrando a falta de manutenção da rede de água.

Individualmente os processos mais utilizados pelas indústrias de confecções de jeans no APLCAPE identificados na pesquisa foram: a estonagem com 25%, o tingimento com 15%, o tingimento com estonagem com 25% e a marmorização com 15%, que juntos corresponde a 80% de toda a demanda (Figura 4):

Figura 4 - Principais processos utilizados nas lavanderias

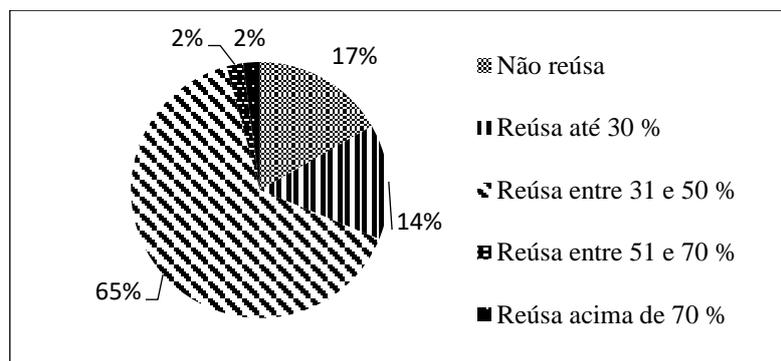


Fonte: Autores (2021).

3.2 Reuso de água em processos produtivos nas lavanderias

Quanto as práticas de reuso de água no beneficiamento do jeans, verificou-se que 83% realizam graus diferentes de reuso e 17% das lavanderias não fazem reuso de água (Figura 5). A maioria das lavanderias cerca 65%, adotam reuso de água entre 31% e 50% e apenas 2% das lavanderias fazem reuso acima de 70%. Foi observado também que a maioria da prática de reuso adotados, se dá através do aproveitamento dos efluentes tratados, cujo volumes são encaminhados para o reservatório de abastecimento para serem misturados com água bruta e posterior uso no processo de beneficiamento, reduzindo a dependência do uso de água bruta com custo elevado, já que a maioria são distribuídas por caminhão tanque.

Figura 5 – Reuso de água nas lavanderias.



Fonte: Autores (2021).

A partir dos dados acumulados do consumo de água utilizados em cada operação por processo, foi realizada uma simulação para 4 situações de reuso: 30%, 50%, 60% e 70% de efluente tratado, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Estimativa de reuso/consumo de água por processo de beneficiamento.

Composição de processos de beneficiamento em uma lavanderia	Consumo L/kg de jeans	Participação de cada processo no mix (%) Figura 4	A	B	C	D	E
			Sem reuso	Reuso de 30%	Reuso de 50%	Reuso de 60%	Reuso de 70%
1 Tingimento com estonagem	167	25	42	29,23	20,88	16,70	12,53
2 Tingimento claro com marmorização	154	15	23	16,17	11,55	9,24	6,93
3 Destroyer com estonagem	114	5	6	3,99	2,85	2,28	1,71
4 Estonagem	89	25	22	15,58	11,13	8,90	6,68
5 Desengomagem	76	10	8	5,32	3,80	3,04	2,28
6 Tingimento	127	15	19	13,34	9,53	7,62	5,72
7 Outros	145,4	5	7	5,09	3,64	2,91	2,18
8 Consumo médio de Litros de água/kg de jeans		100	126,72	88,70	63,36	50,69	38,02

Fonte: Autores (2021).

Os resultados encontrados confirmam os dados de consumo de água na pesquisa de campo, ou seja, (ver na Tabela 4, coluna C, linha 8) mostra um consumo de 63,36 litros de água por quilo de jeans para um reuso de 50% de água tratada e na Tabela 4 (Coluna E Linha 1) um consumo de 63,72 litros por quilo de jeans. Isso confirma que os dados encontrados, mostram que a média de reuso das lavanderias é de 50% dos efluentes.

Tabela 4 - Dados estatísticos descritivos: Produção de peças beneficiadas x Consumo de água.

	A	B	C	D	E
	Produção média de peças beneficiadas (und)	Produção média de kg de jeans beneficiadas (kg)	Consumo médio de água m ³ /mês	Consumo médio de água L/peça	Consumo médio de água L/kg
1 Média	34.528,84	22.443,75	1.053,94	41,42	63,72
2 Erro padrão	4.383,98	2.849,59	97,30	2,32	3,57
3 Mediana	22.000,00	14.300,00	845,00	35,44	54,52
4 Moda	15.000,00	9.750,00	650,00	26,25	40,38
5 Desvio padrão	31.613,38	20.548,69	701,67	16,7378	25,75
L6 Variância da amostra	999.406.014,32	422.249.041,05	492.341,50	280,1552	663,08
7 Intervalo	138.500,00	90.025,00	3.430,00	53,83	82,82
8 Mínimo	1.500,00	975,00	70,00	19,50	30,00
9 Máximo	140.000,00	91.000,00	3.500,00	73,33	112,82
10 Soma	1.795.500,00	1.167.075,00	54.805,00	2.153,90	3.313,69
11 Contagem	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00

Fonte: Autores (2021).

No quesito equivalente populacional do consumo de água nas lavanderias, tomando-se, potencialmente, o universo da pesquisa, 144 lavanderias, a produção total de peças beneficiadas é de 2.160.000 por mês ou 1.404.000 quilos de jeans beneficiados mensalmente. Para se entender a importância e a representatividade destes números, tomando-se como base o consumo *per capita* de 120 litros por pessoa (ABNT NBR 5626:1998), para uma população de 365.278 habitantes (Ibge, 2020), que consome 43.833.360 litros diários (120 l/pessoa x 365.278 habitantes).

Comparando esse número com o consumo de água (sem fazer reuso) das lavanderias de Caruaru de 177.914.880 l/mês (ver linha 3 da Tabela 5) ou 5.930.497 l/dia, corresponde a uma população de 49.421 habitantes, ou seja, o consumo de água das lavanderias representa, aproximadamente, 14% da população da cidade (49.421/365.278). Esse número torna-se ainda mais significativo quando se avalia o histórico de falta de água em Caruaru-PE para o consumo da população, chegando a um racionamento de se passar até 30 dias sem água nas torneiras. Com um reuso médio de 50% da água tratada, esse número cairia pela metade, ou seja, 2.965.249 litros/dia, que corresponderia ao consumo de 7% da população.

3.3 Economia financeira obtida com o reuso de água

Para as análises financeiras, foi elaborada a Tabela 5, cujos procedimentos de cálculos e análises são descritos abaixo:

Tabela 5 - Custo da água no beneficiamento de jeans.

Item	Método de cálculo	Unidade	A	B	C	D	E
			Sem reuso	Reuso de 30% de água	Reuso de 50% de água	Reuso de 60% de água	Reuso de 70% de água
1	Quilos de jeans lavados por mês (kg)	Kg	1.404.000,00	1.404.000,00	1.404.000,00	1.404.000,00	1.404.000,00
2	Consumo médio de água Litros por kg de jeans beneficiado (ver quadro 2)	L/kg	126,72	88,70	63,36	50,69	38,02
3	Total de água utilizada (bruta + tratada) (Item 1 x item 2)	L	177.914.880	177.914.880	177.914.880	177.914.880	177.914.880
4	Litros de água bruta comprada por mês (item 1 x item 2)	L	177.914.880	124.540.416	88.957.440	71.165.952	53.374.464
5	Litros de água regenerada para reuso (A4 - i) i=B4, C4, D4 e E4.	L	-	53.374.464	88.957.440	106.748.928	124.540.416
6	Custo da água bruta (R\$ 200,00/caminhão-pipa com 15 m ³) (item 4 x R\$ 0,01334/L)	R\$	2.373.384,50	1.661.369,15	1.186.692,25	949.353,80	712.015,35
7	Custo do tratamento do efluente (item 4 x R\$ 0,0012/l)	R\$	213.497,86	213.497,86	213.497,86	213.497,86	213.497,86
8	Custo total da água (R\$) (item 6 + item 7)	R\$	2.586.882,36	1.874.867,01	1.400.190,11	1.162.851,66	925.513,21
9	Economia em R\$ (A6 - Bi) i=B8, C8, D8 e E8.	R\$		498.517,49	973.194,39	1.210.532,84	1.447.871,29
10	Equivalente populacional (item 4/(120 l/hab.))	Habitantes	49.421	34.595	24.710	19.768	14.826
11	Custo real da água por kg de jeans beneficiado (R\$) (item 8/item 1)	R\$/kg de jeans	1,84	1,34	1,00	0,83	0,66

Legenda

Na Tabela 5 mostra algumas relações e dados importantes:

Linha 1: A quantidade de quilos de jeans beneficiados pelas lavanderias de Caruaru-PE por ano= 1.404.000,00 kg.

Linha 2: mostra o consumo de água bruta por quilo de jeans produzido em relação ao percentual de reuso.

Linha 3: mostra o consumo de água total mensal (bruta + efluente tratado) utilizada para beneficiamento da produção mensal de jeans.

Linha 4: mostra a quantidade de água comprada em caminhões-pipa mensalmente em função do percentual de reuso.

Linha 5: mostra a quantidade de água reusada por mês.

Linha 6: custo de aquisição de água bruta.

Linha 7: custo mensal do tratamento dos efluentes. Conforme o primeiro Termo de Ajuste de Conduta (TAC) do Ministério Público (MP) para que a água seja lançada em corpos d'água é necessário que ela seja tratada (tratamento físico-químico). O segundo TAC exige que as lavanderias façam tratamento biológico.

Linha 8: custo total mensal da água com reuso.

Linha 9: economia mensal proporcionada com o reuso.

Linha 10: o equivalente populacional em relação ao consumo de água.

Linha 11: custo da água por quilo de jeans beneficiado.

Fonte: Autores (2021).

Pode-se dizer que o reuso de água pode contribuir com a economia de água e economia financeira, pois observou-se que o custo da água necessária ao beneficiamento de jeans cai em função do percentual de reuso (ver na linha 11 da Tabela 5). Com o olhar no desempenho financeiro da lavanderia, torna-se compensatório fazer o reuso da água, embora, segundo a entrevista com os proprietários e gerentes das lavanderias dizem que o custo do tratamento é alto. Que não é verdade, pois, ao analisar a linha 9 da Tabela 5 pode-se observar que existirá uma economia significativa com o reuso. Comparando o valor da linha 8, coluna A da Tabela 5 (custo total para tratar o efluente gerado com o beneficiamento antes de lança-lo no corpo d'água sem reuso) (R\$ 2.373.384,50), com a economia obtida com o reuso dos efluentes tratado (água tratada), nas proporções 30%, 50%, 60% e 70% irá gerar uma economia financeira significativa (ver linha 9 da Tabela 5), ou seja, irá ter uma economia nos custos da aquisição de água de R\$ 498.517,49, R\$ 973.194,39, R\$ 1.210.532,84 e R\$ 1.447.871,29, em percentuais, 19,3%, 37,6%, 46,8% e 55,9%, respectivamente, que irá impactar positivamente nos custos totais da lavanderia e no meio ambiente com um melhor desempenho financeiro no menor consumo de água bruta.

No entanto, sobre o reuso da água industrial com reaproveitamento total, sabe-se que o mesmo é difícil, pois existem limitações de ordem técnica, operacional e ambiental que limitam a utilização da água em circuito fechado, sendo necessário, o fornecimento de água bruta em conjunto com a atividade de reuso, pois, algumas substâncias são cumulativas, sendo necessário o descarte total da água após algumas lavagens com reuso.

4. Considerações Finais

Diante do cenário de escassez hídrica do Agreste Pernambucano, o presente trabalho trouxe a importância de se analisar o reuso da água nas lavanderias de beneficiamento de jeans através dos processos produtivos. Os resultados permitiram constatar que as lavanderias demandam um grande consumo de água, caracterizando como indústrias hidro intensivas, que, como consequência, geram grandes volumes de efluentes, que devido à grande quantidade de produtos químicos utilizados no processo de beneficiamento, geram uma grande carga poluidora, necessitando da adoção de sistemas de tratamento específicos de forma a garantir a possibilidade de reuso e lançamento adequado nos corpos hídricos. Foi identificado que apenas 3% das lavanderias pesquisadas, utilizam em seu processo água fornecida pela concessionária, enquanto que 97% consomem água proveniente de barreiros, rios e açudes da região (transportadas até as lavanderias em caminhões-pipa), demonstrando o impacto na disponibilidade e qualidade da água. Verificou-se que quanto maior o reuso de água, menor é o custo por peça produzida beneficiada e que quanto maior a produção, menor o consumo médio da água e, conseqüentemente, menor o custo de produção.

Considerando que esta atividade é de grande impacto social, pois gera riquezas e empregos na região, se faz necessário definir políticas públicas específicas para este segmento, como linhas de financiamento, assessoria técnica permanente, acompanhamento do desenvolvimento da implantação de tecnologias limpas, programas de prevenção a poluição, produção mais limpa e um programa de gestão ambiental que possam garantir sua sustentabilidade.

Como sugestão para trabalhos futuros, desenvolver um SGA, baseado nas informações deste trabalho e na ISO 14.000 que possa avaliar as condições operacionais destas lavanderias, que seja possível fazer uma análise dos riscos ambientais e do potencial de geração de impactos ambientais negativos.

Referências

Abit. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. (2019). Perfil do Setor. <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>.

Abravest. Associação Brasileira de Vestuário. (2020). Pernambuco é o maior polo de jeans do Brasil. GBL Jeans. <https://abravest.org.br/site/pe-e-o-maior-polo-de-jeans-do-brasil-gbl-jeans/>.

- Almeida, F. C. P., Menezes, M. A., Facó, J. F. B. (2020). Desafios na gestão das águas: percepção dos gestores de uma indústria automotiva da Macrometrópole Paulista. *Research, Society and Development*, 9(2), e02921920. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1920>.
- Andrade, R. M. F., Silva, A. B. C. (2013). Remoção de cor de uma solução com corante têxtil por adsorção e oxidação por processo Fenton. *Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção Civil)* – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- Araujo, A. R. M. & Ferreira, L. F. (2015). Gestão dos recursos hídricos: um estudo de caso sobre práticas ambientais adotadas por uma indústria têxtil catarinense. *XVII ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*. EAESP/FGV, FEA/USP.
- Alves, M. D. F. A., Cunha, A. L. X., Falcão, S. M. P., & de Holanda, R. M. (2020). Análise Dos Impactos Ambientais De Uma Lavanderia De Beneficiamento De Jeans De Caruaru–Pe. *Biodiversidade, Etnoconhecimento e Produção Sustentável*.
- Barclay, S., & Buckley, C. (2002) Waste minimisation guide for the textile industry. *Water Research Commission report*, 1, TT139/00, Pretoria.
- Bernardes, J. (2016). Processo permite reaproveitar água de tingimento. <http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=9997>
- Bota, S., & Ratiu, M. (2008). Eco-textiles. In: *Annals of the International Scientific Symposium Innovative Solutions for Sustainable Development of Textiles Industry*. Romania: Faculty of Textiles and Leatherwork, University of Oradea, 424-427.
- Bottos, G. M. (2007). Marcação a laser. *Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 6, UFSC.
- Brasil. (2005). Ministério do Meio Ambiente. Resolução Nº 54, de 28 de novembro de 2005. <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2054.pdf>
- Brasil. (2015). Ministério do Meio Ambiente. Consumo sustentável: *Manual de educação*. Brasília: *Consumers International/MMA/MEC/IDEC*. p.160.
- Brasil. (1997). Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, [...]. Presidência da República [1997]. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm.
- Canelada, F. Lavagem responsável. (2011). <http://www.soujeans.com.br/beta/Tecnologia/Materia.aspx?idMateria=399>.
- Catoria, L. (2006). Jeans, a roupa que transcende a moda. *Ideias & Letras*, p. 131.
- Cprh. (2005). Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Diagnóstico ambiental das lavanderias de Toritama. CPRH.
- Cunha, A. H. N. et al. (2011). O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer- 7 (13).
- Cunha, I. N. (2012). Aspectos regulatórios para reuso de água no Brasil. In: *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, II, 2012, Goiânia/GO. Anais... UFG.
- Da rocha, S. M., De Castro Rocha, R. R., & Lustosa, K. B. (2017). Política brasileira de resíduos sólidos: reflexões sobre a geração de resíduos e sua gestão no município de Palmas-TO. *Revista ESMAT*, 9 (13), 29-44.
- Da Silva, M. A., & Santana, C. G. (2014). Reuso de água: Possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. *Periódico do centro de estudos em desenvolvimento sustentável da UNDB*, 1, 1-14.
- Ferreira, D. D. M., Spanhol, G. K., & Keller, J. (2009). Gestão do processo têxtil - contribuições à sustentabilidade dos recursos hídricos. *Congresso Nacional de Excelência em Gestão do Conhecimento para a Sustentabilidade*. 5.
- Fonseca, P. F., Silva, J. R., & Fonseca, E. S. (2020). Análise da viabilidade da separação de água de chuveiros e pias para reúso. *Research, Society and Development*, 9(2), e14921938, (CC BY 4.0) | <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1938> 11
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (6a ed.), Atlas.
- Heise, C. *Opção ecológica para desbotar tecidos*. *Textília*, 71, 30.
- Instituto brasileiro de geografia e estatística (Ibge). (2010). Censo demográfico. Cidades <https://cidades.ibge.gov.br>.
- Iwaki, G. P. Portal Tratamento de Água. Reuso de Água: Tipos, Processos Específicos e Contaminantes. (2015). <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/reuso-de-agua-tipos-processos-especificos-e-contaminantes/>.
- Little A. H. (1970) Industrial wastewater - Measures taken against water pollution in the textile industry of Great Britain. *The Textile Institute, London*.
- Knoll, K. C. (2011). Estonagem ecológica para denim. *Textília*, 80, 30-24.
- Kubler, H., Fortin, A., & Molleta, L. (2015). Molleta Reúso de Água nas Crises Hídricas e Oportunidades no Brasil ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- Manzato, A. J., & Santos, A. B. (2012). A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa. Departamento de Ciência de Computação e Estatística–Universidade de Santa Catarina. 1-17.
- Ribeiro, M. C. M. (2020). Mercado de Reuso de Água na Brasil: é possível assegurar seu crescimento sem a definição de um arcabouço normativo e legal? *Revista DAE*. 188, ano LIX, Janeiro 2012,
- Rocha, C. M. et al. (2018). Crise Hídrica: Estratégias utilizadas em indústrias no Vale do Paraíba como forma de economia na utilização da água. *Revista Científica on-line-Tecnologia, Gestão e Humanismo*, 8(1).

Silva, B. L., & Xavier, M. G. P. (2020). Inovação e tecnologia em lavanderias de jeans do polo têxtil do agreste Pernambucano e a implementação das atividades de reuso de água. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 41458-41476.

Silva Filho, A. R. A. da. Desenvolvimento de Sistema Simplificado de Gestão Ambiental Aplicado a Micro e Pequenas Empresas de Beneficiamento de Jeans. UFPE, 2013. *Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil*, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

Silva Filho, A. R. A., Duarte, A. D., Sinésio, E. P., Silva, G. L., & Pessoa, S. G. dos S. (2021). Classificação, caracterização e diagnóstico das Lavanderias de Beneficiamento de Jeans na Cidade de Caruaru-PE, no Agreste Pernambucano. *Research, Society and Development*, 10(1), e57810112186, (CC BY 4.0) <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12186>

Sindilav. (2021). Sustentabilidade em Lavanderias de Jeans. Recuperado de: <http://sindilav.com.br/noticias/set-out-2011/sustentabilidade-em-lavanderias-de-jeans/>

Tavares, M., & Arnt, R. (2011). Velha, azul, desbotada... e poluente. *Revista Planeta*, ano 39, 462, p. 32 – 42.

Velicko, A. J., Amrginski, R. L., & Hemkemeier, M. (2020). Alternativas de reutilização de resíduos têxteis. *Research, Society and Development*, 9 (11).

Viana, F. L. E., Rocha, R. E. V., & Nunes, F. R. M. (2008). A indústria têxtil na região nordeste: gargalos, potencialidades e desafios. *Revista Produção Online*. 8(3). p.18.