

Ensino-aprendizagem da Química Inorgânica numa abordagem CTSA: análise crítica do tratamento da água nas lavanderias de jeans no município de Toritama/PE.

Sidmar Santos Pereira¹ (IC)*, Jordhan Willamys Bezerra Cavalcanti¹ (IC), José Osvaldo Silva Cunha¹ (IC), Mayara Letícia de Souza¹ (IC), Paloma Maria de Oliveira¹ (IC), Jane Maria Gonçalves Laranjeira¹ (PQ). *sidmarsantos2009@hotmail.com

¹Universidade Federal de Pernambuco, Campus Agreste (CAA-UFPE), Núcleo de Formação Docente.

Palavras-Chave: Formação docente, lavanderias de jeans, tratamento de água.

Resumo: A conscientização sobre os impactos ambientais gerados pelas empresas de lavanderias na cidade de Toritama/PE, conhecida como a capital do jeans, fez com que empresários de lavanderias buscassem alternativas renováveis para o reaproveitamento da água com um processo sustentável e socioambiental em prol dos recursos hídricos da Região. Dessa maneira, criaram-se possíveis estações de tratamento da água utilizada durante o processo de lavagem dos jeans, como algo sustentável e econômico. No que se diz respeito aos mananciais dessa região, observou-se sinal de alerta à poluição gerada pelos atuais descartes dos efluentes. Assim, realizou-se uma pesquisa de campo pelos discentes do curso de licenciatura em química da UFPE, com objetivo de analisar o procedimento físico-químico no tratamento da água, numa abordagem CTSA, no processo de ensino/aprendizagem na formação docente. Que possibilitou a criação de um JORNAL DE QUÍMICA exibido numa página virtual, como pré-requisito avaliativo do componente curricular química inorgânica I.

INTRODUÇÃO

Etimologicamente, a palavra sustentável tem origem no latim "sustentare", que significa sustentar, apoiar e conservar. O conceito de sustentabilidade está normalmente relacionado com uma mentalidade, atitude ou estratégia que é ecologicamente correta, economicamente viável e socialmente justa e com uma diversificação cultural. Para Jacobi (2003) as práticas sociais e a educação ambiental interdisciplinar devem ser planejadas no contexto socioambiental priorizando um novo perfil de desenvolvimento, com ênfase na sustentabilidade e com o engajamento dos diversos atores do universo educacional, contemplando as inter-relações socioambientais:

A reflexão sobre as práticas sociais, em um contexto marcado pela degradação permanente do meio ambiente e do seu ecossistema, envolve uma necessária articulação com a produção de sentidos sobre a educação ambiental. A dimensão ambiental configura-se crescentemente como uma questão que envolve um conjunto de atores do universo educativo, potencializando o engajamento dos diversos sistemas de conhecimento, a capacitação de profissionais e a comunidade universitária numa perspectiva interdisciplinar. Nesse sentido, a produção de conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social, incluindo a análise dos determinantes do processo, o papel dos diversos atores envolvidos e as formas de organização social que aumentam o poder das ações alternativas de um novo desenvolvimento com ênfase na sustentabilidade socioambiental.

Segundo Bertolino (2007) a sustentabilidade socioambiental se tornou um dos maiores desafios da sociedade moderna que deve criar estratégias tecnológicas que possam "contribuir concomitantemente com o desenvolvimento social e econômico nas inúmeras regiões do planeta sem destruir a extraordinária biodiversidade que serve de base para a própria sobrevivência humana". Ainda segundo esse autor "a

conscientização em preservar o meio ambiente poderia ser buscada pela ação de estratégias de reaproveitamento dos recursos naturais, como fonte sustentável” considerando que “o desequilíbrio ecológico do planeta, depois de décadas de explorações intensiva e de degradação dos recursos naturais, demonstram resultados negligentes de regeneração e recuperação do mesmo”.

No contexto socioambiental atual, um dos problemas que tem merecido destaque se refere à distribuição desigual, à escassez e à degradação dos recursos hídricos nas diversas regiões do nosso País, com essa problemática sendo persistente na mesorregião do Agreste de Pernambuco, acarretando impactos severos nos arranjos produtivos, na saúde, na qualidade de vida e na preservação dos ecossistemas regionais e locais. A escassez de água tornou-se uma situação preocupante para a sociedade e para as autoridades públicas que tem convivido, nas últimas décadas, com regimes severos de controle e de racionamento com a redução da oferta de água tratada para o consumo humano. Para Machado (2004) a água deverá tornar-se, ao longo do século XXI, um recurso natural tão importante e disputado do ponto de vista econômico, social, ambiental e político, da mesma forma, que o carvão e o petróleo ocuparam o cenário na economia mundial, social e política ao longo dos últimos 150 anos. Nesse cenário se faz necessário o consumo sustentável desse importante recurso natural evitando-se o seu desperdício pela sociedade e pelos arranjos produtivos.

Diante da escassez dos recursos hídricos no Agreste de Pernambuco e com base nas exigências legais dos órgãos públicos de controle ambiental as lavanderias de jeans do polo de confecções de Toritama e municípios circunvizinhos tiveram que buscar tecnologias alternativas e economicamente viáveis, para uso de sistemas sustentáveis no tratamento e reaproveitamento da água com a minimização dos rejeitos e mitigação dos impactos no meio ambiente e que resultassem, em longo prazo, na redução dos custos e na geração de lucro e de emprego nesse arranjo produtivo. Segundo Santos (2006), o impacto ambiental ocasionado pelos processos têxtil e pelas lavanderias, é decorrente da geração de grandes quantidades de efluentes líquidos com altas cargas poluidoras, com coloração intensa e a presença de inúmeros compostos químicos.

A conscientização sobre a importância do uso sustentável dos recursos hídricos escassos no Agreste Pernambucano e a preocupação com o nível de carga poluente presente no rio Capibaribe foram fatores motivacionais para que as lavanderias de tecidos no município de Toritama-Pe investissem em projetos para a instalação, de reservatórios e de estações de tratamento próprios com reaproveitamento da água num processo inovador e sustentável evitando, assim, o desperdício e reduzindo a carga poluidora dos recursos hídricos locais.

O objetivo desse estudo foi conhecer e realizar uma análise crítica das alternativas usadas no tratamento e reuso da água consumida no processo industrial de uma lavanderia de jeans no município de Toritama-PE, visando garantir o seu consumo sustentável a mitigação da carga poluidora do rio Capibaribe e seus efluentes na Região.

.A partir dos dados levantados nesse estudo e o entendimento do processo de tratamento e reuso de água nessa empresa foi possível elaborar uma resenha para publicação na edição temática “ÁGUA” do JORNAL DA QUÍMICA INORGÂNICA (<https://www.facebook.com/jornaldaquimicainorganica/>) no ano de 2015. Esse Jornal trata-se de uma publicação on-line, na rede social facebook, cuja equipe editorial é constituída pelos discentes de um curso de formação docente em Química de uma Universidade Pública no Agreste de Pernambuco, sob a coordenação da docente

responsável pelo componente curricular Química Inorgânica I, ministrado no quarto período do Curso e cuja ementa aborda as “propriedades físico-químicas dos elementos dos blocos s e p da Tabela Periódica e dos seus compostos além da manufatura e das aplicações desses elementos e compostos no contexto CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente)”.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso realizado por um grupo de discentes, matriculados no quarto período de um curso de formação docente em Química, no componente curricular Química Inorgânica I, para contextualização dos modelos conceituais da Química a partir da realidade investigada. Segundo Araújo et al. (2008) o estudo de caso “trata-se de uma abordagem metodológica de investigação, especialmente adequada quando se procura compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores”.

Os dados desse estudo de caso foram levantados a partir da averiguação do processo industrial de uma lavanderia de jeans, de grande porte, localizada no município de Toritama no Agreste de Pernambuco com o objetivo de conhecer as etapas do processo industrial e de consumo, tratamento e reuso da água além dos impactos na sustentabilidade e na mitigação da poluição dos recursos hídricos na Região. A identidade da razão social dessa empresa está sendo preservada sendo a mesma denominada de Lavanderia X, nesse estudo.

Com base nessa abordagem metodológica adotaram-se os procedimentos seguintes para a observação, a coleta e a análise dos dados sobre a realidade investigada: (i) Visita de campo à lavanderia de jeans para análise observacional dos processos de captação, uso, tratamento da água usada nas lavagens dos tecidos, além do aproveitamento e do rejeito dos efluentes gerados nesse processo. (ii) Entrevista informal com o dono da lavanderia sobre os investimentos iniciais e os impactos gerados, ambientais e econômicos, decorrentes dos projetos adotados no tratamento e reuso da água no seu processo industrial. (iii) Entrevista informal com o técnico em Química da empresa para entendimento dos processos de tratamento (etapas e produtos químicos) e de reuso das águas usadas na lavagem dos jeans além dos dejetos produzidos nesses processos e a forma como os mesmos são descartados. (iv) Visita de campo para análise visual da coloração das águas nos mananciais, onde acontece o descarte dos resíduos dessa lavanderia. (v) Por fim procedeu-se a sistematização e análise dos dados com a elaboração da resenha publicada na edição temática “ÁGUA” do jornal eletrônico da rede social facebook como um pré-requisito avaliativo dos discentes matriculados no componente curricular Química Inorgânica I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da visita dos discentes pesquisadores e análise observacional do processo industrial da Lavanderia X pode-se comprovar a eficácia do tratamento e do reuso da água nesse arranjo produtivo com resultados positivos na diminuição dos impactos ambientais locais e regionais. Nesse processo sustentável a água é distribuída, através de tubulações, até máquinas onde as confecções de jeans são lavadas. Posteriormente, a água residual das lavagens é transportada para os reservatórios específicos, na própria empresa, onde é realizado o seu tratamento físico-químico para a separação dos efluentes, possibilitando a sua reutilização no

processo industrial da referida lavanderia. Segundo Lima (2006) a indústria de confecção de jeans pertence à cadeia produtiva que tem seu início na produção da matéria prima, o algodão, passando pela indústria têxtil e chegando a sua última fase, que é a indústria de confecção onde o processo de lavagem aparece como uma das fases importantes, pois dela saem os diferentes tipos de confecção e que têm o mesmo peso na comercialização. Segundo esse autor inicialmente deve ser feita “a triagem por processo (especificação), seguida da lavagem com diferentes insumos (argila, areia, etc.) e outros produtos químicos configurando-se um processo pré-definido”.

Ainda foi possível constatar o compromisso socioambiental da referida empresa que assumiu a responsabilidade com o consumo sustentável dos recursos hídricos na Região através do tratamento e reaproveitamento da água que é consumida no seu processo industrial, conquanto diante do desafio que representa o uso de uma variedade de substâncias químicas durante o processo de lavagem. Para garantir a qualidade da água tratada, para o reuso no processo industrial ou para descarte no meio ambiente, a Lavanderia X realiza periodicamente, a cada dois meses, a análise dos seus parâmetros físico-químicos.

Além da responsabilidade empresarial com o uso sustentável dos recursos hídricos locais, certificada através do tratamento e reuso da água consumida na Lavanderia X, a mesma também refletiu sobre os devidos fins dos resíduos gerados no seu arranjo produtivo, buscando encontrar e adotando soluções ecologicamente corretas tais como o uso desses resíduos na produção de tijolos que, além de contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos locais, gerou um lucro adicional para a referida empresa. Segundo o empresário, dono da Lavanderia X, os resultados decorrentes dos projetos adotados no tratamento e reutilização da água e demais dejetos, foram “significativos e animadores mesmo considerando o investimento inicial da empresa necessário para a instalação da estação de tratamento da água, com a redução do consumo e resultando em lucros adicionais e que puderam ser revertidos na geração de emprego”, além de mitigar os impactos ambientais provocados pelos resíduos desse processo que deixaram de ser liberados, diretamente e sem o devido tratamento, nos recursos hídricos locais.

De acordo com os dados obtidos durante a conversa informal dos discentes pesquisadores com o técnico em Química da Lavanderia X foi possível conhecer as diversas etapas e os produtos químicos usados no processamento das roupas e no tratamento físico-químico da água. O processo da lavagem do jeans se inicia com a separação do denim (matéria bruta do jeans) feito por uma máquina de lavar roupa, sem a presença de água e com pedras e tampas de garrafas. Esse processo, que é denominado de Stone (Figura 1), é uma etapa fundamental para a qualidade do jeans, cuja finalidade, segundo o técnico, é de “amaciar a peça e reduzir, ao máximo, o tom azul escuro do tecido dando-lhe um aspecto envelhecido”. Em seguida, é feita a lavagem das peças nas caldeiras, com água quente, para fixação das tintas e dos contrastes de acordo com o modelo estilizado. Após essa etapa, inicia-se o “processo de tingimento” com a utilização de diversos produtos químicos e que dará uma nova cor ao jeans. Nessa empresa o produto mais utilizado nessa etapa de tingimento é o permanganato de potássio, com a finalidade corroer a peça dando-lhe uma cor mais clara no local onde foi feito o lixamento. Em seguida, o jeans é tratado com metabissulfito de sódio, entretanto, segundo o referido técnico, outras substâncias como cloro e ácidos também podem ser utilizadas, mas “com certo cuidado, pois o jeans é composto por elastano e essas substâncias corrosivas podem comprometer a elasticidade da peça efetivando a sua perda”.



Figura 1 foto autoral: Processo de separação do jeans bruto e maciez das peças.

Essas substâncias químicas tem a finalidade de revelar a ação do permanganato de potássio nas peças antes das mesmas serem levadas ao setor de pintura. Por fim, é feita a secagem das tintas e a lavagem das peças com amaciante antes de serem encaminhadas ao setor da passagem a ferro.

Todos os produtos químicos utilizados nos processo da Lavanderia X possuem ótimas condições de armazenamento observando-se a separação e a identificação dos mesmos, exigidas nas normas de segurança necessárias para a proteção e conservação desses produtos evitando-se, assim, riscos ao ambiente de trabalho, como demonstrado na imagem apresentada na Figura 2.



Figura 2 foto autoral: Estoque e condições de armazenamento dos produtos químicos utilizados para lavagem e tingimento das peças e o tratamento da água.

A água residual do processo industrial descrito anteriormente é armazenada nos reservatórios do sistema de tratamento (Figura 3) onde, inicialmente, faz-se a separação dos resíduos sólidos que foram introduzidos nas etapas anteriores (fiapos de tecidos, pedras e tampas de garrafa) através das técnicas de filtração e decantação, com o uso de cal, sulfato de alumínio e agente floculante (polímero de alto peso

molecular e de alta carga aniônica, que promove a separação das fases líquido/sólido por flotação e decantação). O resíduo sólido final desse processo de purificação da água fica nos tanques para secar (Figura 4) sendo utilizado pela empresa na fabricação de tijolos.



Figura 3 foto autoral: Processo de decantação e filtração dos dejetos ao final da lavagem do jeans.



Figura 4 foto autoral: O resíduo sólido após a separação usado na produção de tijolo ecológico.

Em seguida, a água tratada passa por um novo processo de filtração e permanece em repouso por alguns dias para provocar a decantação, até que seja obtida a sua cor padrão sem resquícios da coloração azul inicial. Nesse tratamento cerca de 70% do volume de água consumido no processo industrial da referida lavanderia é reaproveitado sendo esse um valor bem significativo e vantajoso considerando a redução tanto no consumo como nos custos da empresa. O restante do

volume de água não recuperado, cerca de 30% do volume da água utilizada, é desperdiçado durante o processo de lavagem das peças ou agregado aos resíduos do processo de separação.

A Figura 5 apresenta uma imagem da água residual do processo industrial da Lavanderia X após a segunda filtração, podendo-se observar a sua coloração azul intensa característica. Pode-se para uma análise comparativa da cor da água residual, antes e após o tratamento realizado pela referida lavanderia, observando-se a imagem apresentada na Figura 6 que indica qualitativamente o grau de pureza da água tratada dessa lavanderia.



Figura 5 foto autoral: Após a segunda filtração.



Figura 6 foto autoral: Demonstração da coloração da água após todo o processo de tratamento.

Os discentes pesquisadores também analisaram visualmente a coloração dos corpos hídricos onde era realizado o descarte dos efluentes residuais da Lavanderia X sendo possível constatar, através da coloração incolor desses corpos, que essa empresa cumpre com o seu compromisso socioambiental, de forma correta e sustentável, resultado do tratamento e do controle analítico das águas residuais antes de proceder ao seu descarte no leito do Rio. Pode-se ainda comprovar que o índice de

poluição dos recursos hídricos na Região ainda persiste devido ao descarte de água não tratada das lavanderias como mostra a imagem apresentada na Figura 7 e que deixa evidente a necessidade de um maior controle pelos órgãos ambientais competentes desses processos industriais além da conscientização para o uso sustentável das outras empresas nesse município.



Figura 7: Imagem da realidade do rio Capibaribe.¹

Por fim, a sistematização e análise dos dados obtidos nesse estudo de caso conduziram à elaboração de um trabalho publicado na edição temática “ÁGUA” do Jornal Eletrônico da Química Inorgânica, na rede social facebook, abordando o processo do tratamento e reuso de água no contexto CTSA a partir de uma problemática socioambiental geograficamente inserido dentro da realidade social dos discentes pesquisadores. De acordo com as considerações de Jacobi (2003) uma “reflexão sobre as práticas sociais, em um contexto marcado pela degradação permanente do meio ambiente e do seu ecossistema, envolve uma necessária articulação com a produção de sentidos sobre a educação ambiental” com o envolvimento de “um conjunto de atores do universo educativo, potencializando o engajamento dos diversos sistemas de conhecimento, a capacitação de profissionais e a comunidade universitária numa perspectiva interdisciplinar”.

Assim, essa abordagem metodológica possibilitou aos discentes de um curso de formação docente em Química entender a importância das lavanderias de jeans do Agreste de Pernambuco em criarem soluções alternativas visando mitigar os impactos ambientais dos seus arranjos produtivos aos recursos hídricos nessa região, mais, principalmente, compreender a necessidade de contextualizar os modelos científicos da Química no contexto socioambiental e tecnológico como sendo de importância fundamental para a formação docente inicial e para a prática pedagógica docente dos futuros professores e professoras na busca de uma educação libertadora.

CONCLUSÃO

¹ <http://portalpe10.com.br/noticias-intro/2347/tratamento-de-efluentes-e-abordado-em-palestra-em-toritama>

Nesse sentido, esse trabalho primeiramente vislumbrou a importância do meio ambiente e a conscientização cidadã com a responsabilidade dos seus deveres buscando garantir a sustentabilidade socioambiental tanto dos recursos naturais e a sociedade. No entanto, essa pesquisa nos revelou a importância de nós, futuros educadores da ciência Química e correlata, lutar e buscar sempre possíveis resultados em locais formais e informais no processo de ensino-aprendizagem, principalmente se tratando da sua aplicação social e tecnológica.

Como base na abordagem metodológica adotada nesse estudo os discentes puderam constatar a importância da existência de uma estação de tratamento de água nas indústrias têxtil em Toritama/PE como sendo um ponto de partida para possíveis alternativas tecnológicas buscando a diminuição dos impactos ambientais desses arranjos produtivos aos mananciais hídricos no Agreste de Pernambuco.

Desta forma, essa pesquisa levanta a importância da abordagem CTSA no curso de formação docente, como alternativas para melhoria do processo de formação dos futuros profissionais da área de ensino, mostrando a importância da relação da ciência Química de forma global e socioambiental, como sendo uma proposta inovadora para o ensino-aprendizado dessa Ciência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Cidália et al. **Estudo de Caso. Métodos de Investigação em Educação.** Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2008. Disponível em <http://grupo4te.com.sapo.pt/estudo_caso.pdf>. Acesso em: 28 de março. 2016.

BERTOLINO, Maria Lúcia. **A questão ambiental: florestas e biodiversidade.** Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p. 245-252.

JACOBI, Pedro. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, março/ 2003.

LIMA, H. S. **As lavanderias de jeans de toritama uma contribuição para a gestão das águas.** 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública) – Universidade Federal de Pernambuco. CCSA. Administração, 2006.

MACHADO, C. J. S. **A importância do reuso de água doce para a política nacional de recursos hídricos.** Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe>, Acesso em: 23 de março. 2016

SANTOS, F. O. **Caracterização, biodegradabilidade e tratabilidade do efluente de uma lavanderia industrial.** 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em engenharia Civil - CTG, Universidade Federal de Pernambuco, 2006.