



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA,
CONTABILIDADE E SECRETARIADO EXECUTIVO - FEAAC
CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS

DAIANNY BATISTA MARQUES

LOGÍSTICA REVERSA DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS: MENSURAÇÃO DOS
CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL NO ESTADO DO CEARÁ

FORTALEZA

2015

DAIANNY BATISTA MARQUES

LOGÍSTICA REVERSA DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS: MENSURAÇÃO DOS CUSTOS
EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL NO ESTADO DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à coordenação do Curso de Ciências Contábeis, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis, outorgado pela Universidade Federal do Ceará – UFC.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Jackeline Lucas Souza

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Jackeline Lucas Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Me. Nirleide Saraiva Coelho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Me. Liliane Maria Ramalho de Castro e Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

LOGÍSTICA REVERSA DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS: MENSURAÇÃO DOS CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL NO ESTADO DO CEARÁ

Autor: Daianny Batista Marques

Orientadora: Jackeline Lucas Souza

RESUMO

A competitividade no mercado econômico global aduz as empresas a desenvolverem iniciativas que agregam valor a sua imagem e aos produtos por elas fabricados. Iniciativas voltadas ao desenvolvimento sustentável, buscando diminuir, dentre elas, o consumo de água bruta através do processo de logística reversa dos resíduos líquidos. Dentro desse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar o impacto econômico, por meio da mensuração dos custos na logística reversa dos resíduos líquidos, em uma indústria têxtil no Estado do Ceará, e dos custos que a indústria obteve com a empresa terceirizada que realizou o tratamento desses efluentes, no período de 2003 a 2007. Para tanto, foi realizada uma análise documental em planilhas eletrônicas, contendo o volume (m^3 de água) captado da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) e o volume (em m^3 de efluente) que foi reutilizado, além de entrevistas semiestruturada com o chefe de manutenção, a fim de elaborar análises descritivas da média do custo total com a empresa terceirizada (em R\$) e o custo (em R\$) por metro cúbico da água durante o período com e sem o reuso. Os resultados encontrados apontam que a empresa, durante jan/2007 a fev/2010, economizou em média 51% em relação ao custo total (R\$) caso tivesse captado da COGERH toda a água utilizada no processo produtivo. Já a segunda análise comparou o custo (R\$)/volume (m^3) médio, período de mar/2010 a abr/2013 - com reuso e sem reuso - evidenciando o período em que houve reuso, o custo médio por cada m^3 da água utilizada custou R\$ 6,61, mais barato do que o custo médio por m^3 sem reuso.

Palavras-Chave: Logística Reversa. Resíduos Líquidos. Custos

ABSTRACT

Competitiveness in the global economic market makes companies to develop initiatives that add value to their image and products they manufacture. Initiatives aimed at sustainable development, seeking to decrease, among them, the raw water consumption through reverse logistics process of liquid waste. In this context, this study aims to evaluate the economic impact, by measuring the cost in reverse logistics of liquid waste in a textile factory in the State of Ceará and the costs that the industry got to the third party company which carried out the treatment of these effluents in the 2003-2007 period. For this purpose, a documentary analysis was performed on spreadsheets containing the volume (m^3 of water) captured from the Companhia of Gestão of Recursos Hídricos (COGERH) and volume (m^3 effluent) that was reused, and semi-structured interviews with the head of maintenance in order to work out descriptive analyzes of the average total cost to the third party company (in R\$) and the cost (in R\$) per cubic meter of water during the period with and without reuse. The results show that the company during Jan/2007 to Feb/2010 saved on average 51% compared to the total cost (R\$) if it had captured from COGERH all the water used in the production process. The second analysis compared the cost (R\$)/volume (m^3) average, the period Mar/2010 to April/2013 - with and without reuse - highlighting the period when there was reuse, the average cost per m^3 of water used cost R\$ 6.61 cheaper than the average cost per m^3 without reuse.

Key-words: Reverse Logistisc. Liquid Waste. Costs

1 INTRODUÇÃO

Empresas com forte visibilidade no mercado mundial realizam atividades voltadas para a construção de sua competitividade (SCHWANS; SCHWANS; MACHADO, 2014). Neste sentido, alinham suas atividades à proposta sustentável, por meio de ações e investimentos ambientais internos e externos, reduzindo o impacto ao meio ambiente, sanando custos e perdas, de modo a fortalecer sua legitimidade. Dentre essas atividades, insere-se o reuso da água por meio da logística reversa.

Nesse contexto, a logística reversa é o processo de planejar, implementar e controlar, eficaz e eficientemente, o fluxo de matérias-primas, os produtos em processo de fabricação, os produtos acabados e as informações contidas do ponto de consumo ao ponto de origem, com o intuito de reutilizar o fluxo, criar valor ou descartá-lo adequadamente (LEITE, 2009).

Segundo Dantas e Sales (2009), a água é um dos principais insumos utilizados no setor industrial. Em complemento desta afirmação, Vajnhandl e Valh (2014) destacam a relevância do setor têxtil como um campo de atividade potencialmente utilizadora de recursos hídricos. Desta forma, o presente estudo destaca-se pela análise da utilização do volume de água e da avaliação do reuso de seu efluente, no processo produtivo, em uma indústria têxtil.

Diante do exposto, o presente estudo se propõe a avaliar o impacto econômico, por meio da mensuração dos custos na logística reversa dos resíduos líquidos, em uma indústria têxtil no Estado do Ceará, respondendo à seguinte problemática: Qual o impacto da logística reversa dos resíduos líquidos nos custos em uma indústria têxtil do Estado do Ceará? Para atendimento ao objetivo geral, foram traçados como objetivos específicos: i) levantar os aspectos conceituais da logística reversa e do reuso da água; ii) identificar os processos que envolvem a logística reversa dos resíduos líquidos em uma atividade industrial; e iii) comparar os custos com e sem a atividade da logística reversa dos resíduos líquidos.

Trata-se de estudo exploratório e descritivo, quantos aos objetivos, pois a literatura é escassa acerca da logística reversa dos resíduos líquidos e a descrição do processo da logística reversa na Unidade analisada. Quanto à natureza da pesquisa, o estudo está alinhado à proposta qualitativa em que se buscou detalhar a questão de pesquisa. Os procedimentos utilizados foram análise bibliográfica sobre logística reversa e reuso da água, análise documental através de planilhas eletrônicas (balanço hídrico – contendo o volume em metros cúbicos de água os quais foram captados da COGERH e descritivo de custos) e estudo de caso.

A presente pesquisa está estruturada em cinco seções, sendo esta seção a primeira; a segunda seção o referencial teórico, enfatizando abordagens internacionais e nacionais sobre a logística reversa e o reuso da água; a terceira seção é a metodologia que relata as técnicas utilizadas para a obtenção dos resultados, avançando com o estudo de caso; a quarta seção os resultados da pesquisa, e por fim; a quinta e última seção, as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Logística reversa

A logística tem como principal objetivo a disponibilização de produtos e serviços à sociedade em quantidade e qualidade suficientes (LEITE, 2009). Neste contexto, a pressão por parte dos consumidores e as implicações legais dos órgãos de fiscalização exigem das

empresas atenção no âmbito da logística reversa (LOURENÇO; LIRA, 2012; CHAVES; BATALHA, 2006).

Para Abdullah e Yaakub (2014), a logística reversa pode ser visualizada a partir do movimento de produtos e materiais em sentido oposto à direção da cadeia de abastecimento. Esta concepção corrobora com o conceito mais amplo de Oliveira Neto et al. (2014) os quais afirmam que o processo de planejar, executar e controlar, de forma eficiente, os custos com as matérias-primas, os estoques, os produtos acabados e as informações que perpetuam do ponto de consumo até o ponto de origem (fluxo reverso).

De acordo com Lourenço e Lira (2012), a logística reversa está dividida em duas áreas: pós-venda e pós-consumo. O retorno dos produtos pós-venda é caracterizado por defeitos apresentados nos mesmos (LEITE, 2009), onde a cadeia reversa proporciona reparo, reforma, remanufaturas, substituição de materiais, dentre outros (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2013). O fluxo reverso dos produtos pós-consumo é o retorno dos materiais descartados (LOURENÇO; LIRA, 2012), o que não significa que seja realizado somente pelo consumidor final, com o intuito de realocá-los ao consumo por meio do reuso e da reciclagem ou dispô-los de forma adequada ao meio ambiente (LAGARINHOS; TENÓRIO, 2013; LEITE, 2009).

Assim, a aplicabilidade da logística reversa é diversificada, seja para reduzir custos e proporcionar melhores serviços (MINNER, 2001; DU; EVANS, 2008), seja para melhorar a imagem da empresa frente aos seus clientes (HERNÁNDEZ; MARINS; CASTRO, 2012) ou para reduzir a quantidade de materiais e resíduos sólidos, principalmente tóxicos, eliminados ao meio ambiente (BRAGA JR; RAMOS; SILVA, 2011).

Conforme aponta Leite (2009), a logística reversa apreende que a logística reversa abrange também o retorno dos materiais que seriam descartados, através do reuso ou da reciclagem, logo, à recuperação e reutilização dos efluentes líquidos, tem sido desenvolvidos através dos sistemas de reciclagem e de reutilização da água devido aos fatores como a escassez de água, o aumento nos custos e as novas políticas e regulamentações ambientais (VAJNHANDL; VALH, 2014).

Para Hespanhol (2003), no Brasil, há potencialidades do reuso de resíduos líquidos em diversos seguimentos da economia, porém destacam-se as formas de reuso nas áreas urbana, industrial, agrícola e na recarga artificial dos aquíferos.

Apesar dos estudos demonstrarem ganhos ambientais e econômicos com o reuso da água (WEBER, CAMPOS, 2014; VAJNHANDL, VALH, 2014), proporcionando às empresas maior competitividade, bem como melhoria da imagem das empresas e qualidade de seus produtos (CORAL; ROSSETTO; SELIG, 2003), Bertoni (2008) afirma que a legislação relativa ao reuso e às práticas adequadas para cada tipo de efluente ainda são insuficientes.

2.2 Reuso da água

Embora exista número representativo de conceitos acerca do reuso da água, ainda existem divergências entre pesquisadores quanto aos elementos-chave que integram à sua definição, que, por sua vez, dificulta a compreensão de técnicas de reuso da água (BREGA FILHO; MANCUSO, 2003). No entanto, de forma geral, o reuso da água é o processo de reutilizá-la, após tratamento adequado, em diversos seguimentos com o propósito de preservar os mananciais (FIORI; FERNANDES; PIZZO, 2006).

Para Rodrigues (2005), o reuso da água pode ser executado por via direta ou indireta. A concepção do reuso, a partir da forma como foi realizado, pressupõe a existência ou não do despejo das águas nos corpos hídricos, antes do próximo uso. Porém, quando há o uso planejado de reuso, ou seja, captação da água e após seu uso é realizado tratamento para ser

lançado nos corpos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, concretiza-se o conceito de reuso direto e, quando a água inicialmente utilizada é descartada nos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, passando pela diluição, e depois sendo captada para novo uso, define-se o conceito de reuso indireto.

No Brasil, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) lançou a Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, que incentiva a prática do reuso e estabelece em diversas áreas padrões de qualidade dos efluentes para cada tipo de modalidade, demonstrando ser um passo significativo para a sistematização técnica dessas normas no país. Essas normas são complementadas por discussões entre pesquisadores, técnicos e outros estudiosos sobre o tema, através do grupo técnico GT-Reuso.

2.3 Estudos empíricos

Diversos estudos analisam o tema reuso da água e sua relação com os aspectos sociais, ambientais e econômicos em diferentes continentes, como Europa, Oceania, América Latina, dentre outros (Quadro 1).

Quadro 1 – Estudos empíricos anteriores

Autor	Proposta do Estudo	Principais Resultados
Fiori, Fernandes e Pizzo (2006)	Buscou determinar os parâmetros de qualidade e quantidade de águas cinzas em edificações de um município da Região Sul do Brasil.	Os resultados apontam que para ser efetivado o reuso da água cinza, vinda dos apartamentos é necessário um tratamento mais completo para melhorar a qualidade da água tratada.
Bertoncini (2008)	Buscou analisar os principais contaminantes presentes na água de esgoto e na água utilizada no meio rural.	A autora alerta que para os elementos contaminantes presentes nos efluentes, provenientes de esgoto, de dejetos animal ou industrial, bem como apresenta técnicas para o tratamento desses efluentes para fins agrícolas.
Senante et al. (2011)	Avaliaram a viabilidade econômica de treze estações de tratamento de águas residuais da região de Valência, Espanha, que reutilizam os efluentes para fins ambientais.	Os resultados relativos ao foco interno apontam que os custos superaram as rendas, ambos associados com o tratamento de águas residuais. Entretanto, quanto ao foco externo, os resultados se invertem.
Cook, Sharma e Gurung (2014)	Examinar a exploração de alternativas de captação da água pluvial e outras para atender o consumo da água não potável em um prédio comercial localizado em Brisbane, Austrália.	Os autores destacaram a necessidade de validar e monitorar os fluxos de energia e de água do sistema para que esteja de acordo com o projeto a fim de evitar perdas, uma vez que foi observada eficiência moderada da água potável.
Vajnhandl e Valh (2014)	Apresentaram os programas de reutilização de águas residuais, cobrindo a indústria europeia de acabamentos têxteis e discutiram as diferentes soluções pelos programas de reutilização das águas residuais.	Em relação ao projeto <i>AquaFit4Use</i> , revelaram que as organizações obterão maior eficiência no reuso, permitindo redução de mais de 40% no consumo da água originada da captação, desde que tratem os efluentes separadamente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Dentro do que vem sendo abordado em pesquisas anteriores (Quadro 1), o presente estudo se propõe a analisar o impacto financeiro do reuso da água pela logística reversa dos resíduos líquidos no setor têxtil.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da pesquisa

Para atender a proposta de pesquisa, o estudo classificou-se a partir da tipologia adotada por Collis e Hussey (2005). Os autores classificam as pesquisas de acordo com o

objetivo, o processo de coleta, a análise e a amplitude dos resultados (COLLIS; HUSSEY, 2005, p. 47). O estudo classifica-se como exploratório, uma vez que não foram encontrados estudos anteriores que abordam sobre logística reversa dos resíduos líquidos; e descritivo, uma vez que busca descrever o processo logístico reverso dos resíduos líquidos, bem como seu impacto nos custos da unidade de análise. Quanto à natureza, a pesquisa é classificada como qualitativa, a qual é utilizada quando o pesquisador propõe descobrir e detalhar as questões de pesquisa (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Os procedimentos utilizados foram bibliográfico, documental e estudo de caso, onde este último permite centrar em determinado evento e assim verificar as características importantes sobre o fenômeno objeto da investigação (GODOI, BANDEIRA; SILVA, 2010). Quanto à amplitude dos resultados, os achados da pesquisa se restringem à unidade de análise, sendo que os dados tratados relativos ao volume e aos custos compreendem o período de 2007 a 2013.

3.2 Caracterização da Unidade de análise

A pesquisa foi realizada em uma unidade industrial têxtil. A empresa foi constituída em 1968, possui 8 mil funcionários distribuídos nas unidades fabris e nas filiais de venda. As fábricas brasileiras estão localizadas nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, São Paulo, e as estrangeiras em Equador e Argentina, além das unidades de venda com filiais na Argentina e na Suíça.

Além das atividades de produção dos produtos, como índigo e brim, a indústria desenvolve atividades nas áreas de responsabilidade social - projetos de educação, motivação, qualidade de vida e inclusão social da comunidade. No que tange à responsabilidade ambiental, a empresa possui um rigoroso Sistema de Gestão Ambiental (SGA), implantação do programa 3R's (Redução, Reutilização e Reciclagem), reuso da água e Programa de Educação Ambiental (PEA) para a conscientização dos colaboradores.

Dentre as certificações obtidas por desenvolver essas atividades, a indústria têxtil é certificada com o ISO9001 e o ISO14001 e possui Selo Verde Oeko-Tex, atestando que os produtos fabricados pela indústria não traz prejuízo à saúde e ao meio ambiente.

A estrutura física da Unidade estudada agrega o parque industrial, onde é produzido índigo, bem como as estações de tratamento da água - Estação de Tratamento do Aflente (ETA) e Estação de Tratamento de Efluente (ETE).

3.3 Instrumentos de Coleta e Análise de Dados

As técnicas de pesquisa utilizadas neste estudo são análise documental e entrevista semiestruturada. Na análise documental foram analisados os documentos, obtidos diretamente na empresa com o chefe do setor de manutenção da Unidade, balanço hídrico e descritivos de custos da empresa terceirizada.

Os balanços hídricos contêm informações sobre o volume de água (m^3) abastecido para a Unidade industrial pela empresa terceirizada, o consumido no processo fabril e o descartado. Nos descritivos de custos da empresa terceirizada são apresentados os custos discriminados em fatura paga à COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), em água bruta, e à CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), somente esgoto, além de gastos com pessoal, manutenção, locação de tanque CO_2 , produtos químicos, que a Unidade teve com a empresa terceirizada durante o período de 2007 a 2013.

Ressalta-se que a empresa iniciou o reuso da água a partir de 2003, utilizando efluente do complexo industrial da Unidade V (produtora de malha), que ficava no mesmo município da unidade estudada (Unidade I, em Maracanaú). O efluente era trazido para a estação de tratamento da Unidade I passando por processos de tratamento (Tanque BW > Osmose

Reversa), utilizando-se dos serviços de uma empresa terceirizada, realocando-o dentro do processo industrial. Esse procedimento efetivou-se até o mês de fevereiro de 2010, quando a Unidade V foi desativada. Desta forma, como a estação de tratamento da Unidade I ainda não possui técnicas de tratamento capazes de tratar o efluente da produção do índigo, o reuso foi suspenso.

Para comparar o impacto do processo logístico reverso do resíduo líquido na captação da água foram realizadas duas análises: média custo total (R\$) com reuso (real e estimado) e custo/volume (R\$/m³) com e sem reuso (real). A primeira no período compreendido durante o reuso da água, considerando a não utilização da logística reversa, com a finalidade de verificar se foi favorável ou não sua aplicação. Na segunda análise, buscando comparar o custo/volume (R\$/m³) no período em que houve reuso da água (jan/07 a fev/10) e um mesmo período subsequente sem o reuso da água (mar/10 a abr/13), ou seja, mesmo número de meses em cada período.

A obtenção dos dados efetivou-se através de visitas técnicas à Unidade I, totalizando três visitas e a entrevista semiestruturada foi realizada com o chefe de manutenção, responsável por gerir as transações da água entre a indústria e a empresa terceirizada.

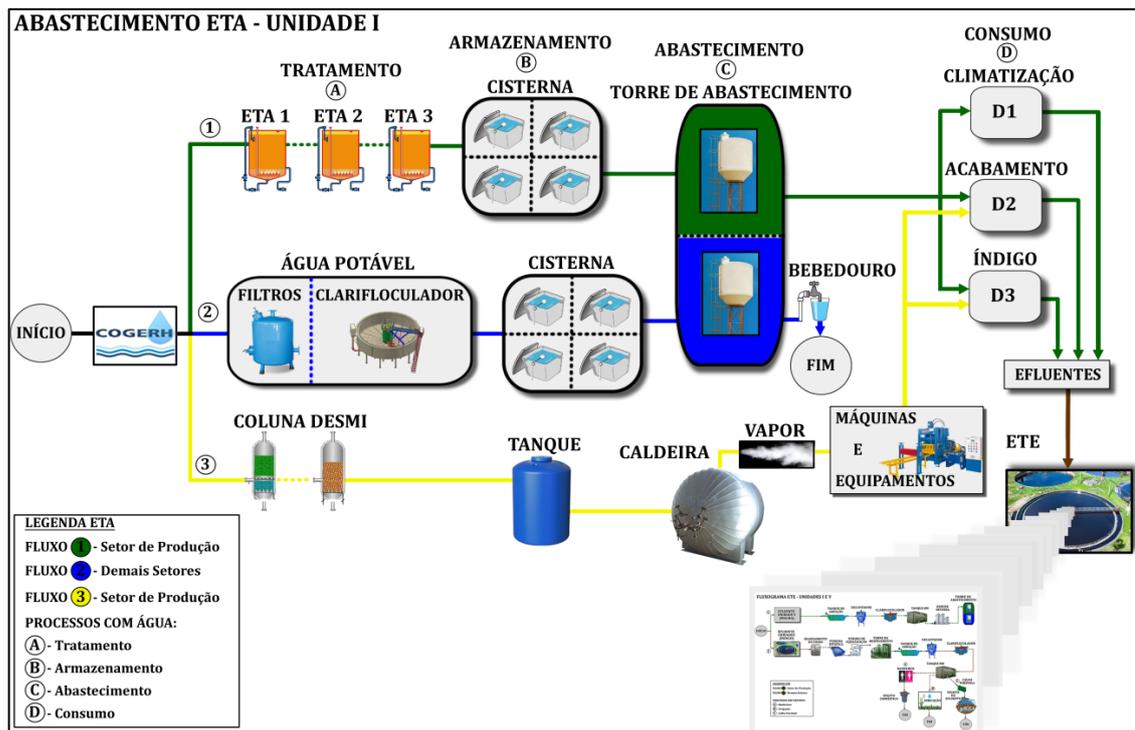
O mapeamento do processo logístico reverso foi elaborado através de observações e explicações do chefe de manutenção. Os resultados são apresentados nos Fluxogramas (Figuras 1 e 2) mostrando a forma detalhada nos processos que envolvem água bruta e tratamento de efluentes.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Processo logístico dos resíduos líquidos

Para identificar os processos que envolvem a logística reversa do resíduo líquido, atendendo, assim, ao segundo objetivo específico, foram elaborados fluxogramas da Estação de Tratamento de Afluente (ETA) e da Estação de Tratamento de Efluente (ETE). A Figura 1 demonstra as etapas da água bruta captada da COGERH no Fluxograma da ETA.

Figura 1 – Fluxograma ETA



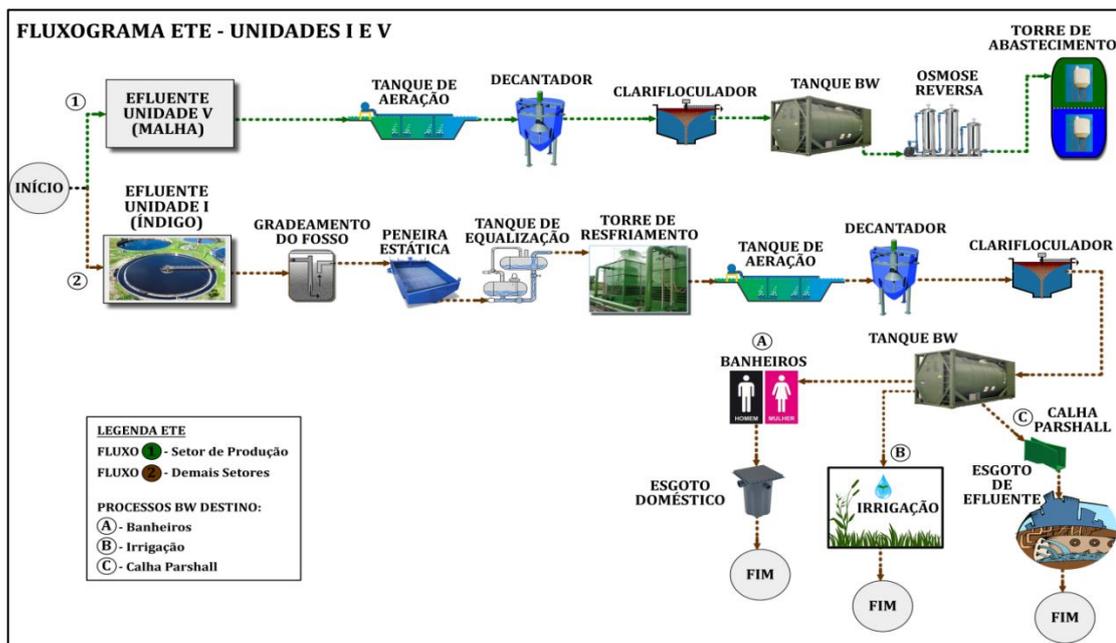
Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2015)

O fluxo de água inicia-se com a entrada de água bruta fornecida pela COGERH. A partir de então, a água atende a três destinos: i) alocação para produção (linha na cor verde), logo a água passará por três estágios (ETA 1, ETA 2 e ETA 3), que são tanques com resinas catiônicas para capturar os íons metálicos ou minerais com o objetivo de transformar água bruta em água industrial; ii) alocação para os bebedouros (linha na cor azul), em que deverá passar por filtros (para retirar sólidos grosseiros) e por clarifloculadores (para clarear o meio de precipitação química) e receberá e assim a água bruta se tornará água potável; e iii) destinação para as caldeiras (linha na cor amarela), em que nas colunas de desmineralização haverá trocas catiônica e aniônica, deixando a água bruta desprovida de minerais (água desmineralizada). Desta forma, encerra-se o processo de tratamento contínuo no Processo A (Figura 1).

O próximo processo, armazenamento ou Processo B, a água da produção e a água potável são armazenadas em cisternas distintas, e a água desmineralizada é armazenada em um tanque. O volume total da cisterna que recebe água para a produção é de 2.000m³ e da cisterna que armazena água potável é de 60m³.

No Processo C ou abastecimento, a torre de abastecimento recebe água tanto das cisternas de água da produção, quanto das cisternas de água potável. A torre é dividida em células e os dois tipos de água ficam divididos dentro dessas células. Desta forma, o abastecimento da água potável se encerra no fornecimento de água potável para os bebedouros e a água utilizada para o processo produtivo, dividido em setores de índigo, acabamento e climatização, será encaminhada para o Processo D, consumo; já a água desmineralizada será aquecida nas caldeiras e a energia gerada aquecerá a água utilizada no processo produtivo para tingir os fios de algodão e mercerizar o tecido nos setores de índigo e de acabamento, respectivamente. A água que foi aquecida nas caldeiras retorna de forma condensada, onde após todo o consumo da água no processo produtivo o efluente é encaminhado para a ETE (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma ETE: logística reversa do resíduo líquido



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa (2015)

O tratamento do efluente na ETE (linha pontilhada na cor marrom) inicia no gradeamento no fosso, retendo os resíduos sólidos maiores, e logo após passará pela peneira estática, que retém resíduos sólidos menores, como fibrilas e pelúcias. O próximo processo é o tanque de equalização, onde ocorre a neutralização do PH do efluente utilizando CO₂. Em seguida, o efluente vai para a torre de resfriamento com o intuito de diminuir a temperatura, pois o efluente sai do parque industrial com 48°C, em média. Da torre, o efluente segue para outro tanque, de aeração, onde a água é tratada utilizando reator biológico, com o uso de bactérias aeróbias. Após esse procedimento o material tratado é direcionado para o decantador para a separação do lodo gerado do efluente tratado. Por fim, os clariflocuradores, descolorem o produto (índigo) através de procedimentos químicos, e posteriormente, passam pelo tanque BW, onde grande parte do resíduo líquido tratado é descartado para o esgoto de efluente, através da Calha Parshall, e o restante é direcionado para banheiros (descarga) e irrigação.

Devido ao efluente da Unidade V ser menos poluente ao efluente da Unidade I, o tratamento do mesmo iniciava-se no tanque de aeração, e antes de ser alocado na torre de abastecimento, passava por mais um tratamento em relação ao efluente da Unidade I, a osmose reversa - uso de membranas semipermeáveis para reutilizar a água para o processo produtivo. Quando da desativação da Unidade V (mar/2010), a logística reversa ao processo produtivo da Unidade I deixou de ser realizada.

4.2 Análise comparativa da logística reversa

A Tabela 1 apresenta a análise descritiva da variável ‘custo total’, somente no período em que houve o reuso da água, considerando o valor real e o estimado, e a diferença entre eles. A estimativa adotada nessa análise considera qual seria o custo total caso a Unidade em análise captasse todo o volume utilizado no complexo produtivo da COGERH.

Tabela 1 – Análise descritiva da estimativa durante Jan/07 a Fev/10

Variável		Média (R\$)	Coefficiente de Variação	Mínimo (R\$)	Máximo (R\$)
Custo Total	Real	491.851,05	0,1423051	301.925,71	612.068,46
	Estimativa	742.725,91	0,1214038	516.991,23	923.823,95
	Diferença	250.874,86	0,2697382	131.011,38	376.027,77

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Os resultados mostram que durante o período de Jan/07 a Fev/10 a média do custo total gasto real e estimado foi de R\$ 491.851,05 e R\$ 742.725,91, respectivamente, com uma diferença no custo de R\$ 250.874,86 que representa o quanto a empresa pagaria a mais caso não optasse pelo reuso da água, representando uma economia de 51,0%.

Os coeficientes de variação mostram que os dados dos custos reais e estimados são relativamente homogêneos, com pouca dispersão em relação à média, sendo os coeficientes de variação entre o real e o estimado de 14,23% e 12,14%, respectivamente. É possível visualizar, também, que caso a Unidade avaliada captasse toda a água do seu consumo produtivo da COGERH, chegaria a desembolsar um valor máximo R\$ 923. 823,95. A Tabela 2 aponta resultados da análise comparativa no período com e sem o reuso da água.

Tabela 2 – Análise descritiva durante Jan/07 a Abr/13

Variável	Período	Reuso	Média	N
Volume (m ³)	Jan/07 - Fev/10	Com	77.440,05	38
	Mar/10 - Abr/13	Sem	83.230,97	38
Custo Total (R\$)	Jan/07 - Fev/10	Com	491.851,05	38
	Mar/10 - Abr/13	Sem	849.925,74	38
Custo/Volume (R\$/m ³)	Jan/07 - Fev/10	Com	6,6134	38
	Mar/10 - Abr/13	Sem	10,6336	38

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Os resultados mostram que a média do custo/volume (R\$/m³) foi superior no período em não houve reuso da água (R\$10,6336), quando comparada com uma média em que houve reuso da água (R\$ 6,6134), ou seja, a empresa paga mais por m³ de água utilizada que de água reutilizada.

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve por objetivo analisar o impacto da logística reversa dos resíduos líquidos nos custos de uma indústria têxtil do Estado do Ceará. Os fluxogramas demonstraram, de forma sequencial, os processos de captação de água bruta fornecida pela COGERH, passando pelas quatro etapas de tratamento, armazenamento, abastecimento e consumo (Figura 1), bem como do tratamento de efluente da Unidade I e da logística reversa do resíduo líquido da Unidade V para reabastecimento da Unidade I (Figura 2). As etapas na fase de captação de água bruta mostram que há três destinos para água (processo produtivo, bebedouros e caldeiras), enquanto que na etapa de tratamento dos efluentes (reuso da água), o efluente da Unidade V passou por um processo a mais do que o efluente da Unidade I, para que aquele pudesse ser realocado ao abastecimento da água que foi utilizada no processo produtivo da Unidade I. Logo, a identificação das etapas, tanto do processo de captação quanto do tratamento foi importante mapear o volume de água reaproveitado, e assim, possível de realizar a estimativa e o comparativo do período com e sem reuso.

A análise descritiva do custo/volume do que foi gasto com a estimativa do preço fixado pela COGERH, bem como a diferença (real e estimado), revelou que, durante o período que houve reuso do efluente líquido da Unidade V no processo produtivo da Unidade I, a unidade economizou, em média, 51,0% do custo por metro cúbico de água. E a análise descritiva do período com e sem reuso (Jan/07 a Abr/13), mostra que o metro cúbico de água foi mais barato durante o período em que houve reuso, representado uma economia por m³ de R\$ 4,02.

Essa pesquisa seguiu a definição da logística reversa da vertente pós consumo, em que define que os materiais do processo produtivo podem ser realocados ao consumo de forma reversa, através do reuso e da reciclagem como é abordado por Leite (2009) e Lagarinhos e Tenório (2013), destacando-se, a abordagem dos resíduos líquidos, com a efetivação do reuso da água. Assim, a pesquisa pode contribuir em construções de outros estudos, bem como para a aplicação de práticas acerca da logística reversa no reuso da água por diversos *stakeholders* (empresários, engenheiros, pesquisadores, ambientalistas entre outros interessados).

O estudo limita-se por ter verificado o impacto dos custos com a logística reversa dos resíduos líquidos em apenas uma Unidade de análise. Nesse sentido, os resultados, ora apresentados, podem ser distintos em outros estudos. Sugere-se para pesquisas futuras a análise comparativa de duas Unidades de uma mesma empresa ou em empresas distintas.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, N. A. H. N.; YAAKUB, S. Reverse logistics: pressure for adoption and the impact on firm's performance. **International Journal of Business and Society**, vol. 15, n. 1, p. 151-170, dez. 2014.
- BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, vol. 1, n. 1, jun. 2008.
- BRAGA JUNIOR, S. S.; RAMOS, A. L.; SILVA, D. Um estudo da logística reversa no grupo Carrefour: gestão e prática em supermercado na cidade de São Paulo. **Revista Empreendedorismo y Estrategia Organizacional**, vol. 1, n. 3, p. 71-85, out. 2011.
- BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reuso da água**. Barueri, SP: Manole, 2003. p. 21-36.
- CHAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**, São Carlos, vol. 13, n. 3, p. 423-434, set./dez. 2006.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- COOK, S.; SHARMA, A. K.; GURUNG, T. R. Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: a case study in Brisbane, Australia. **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 89, p. 86-93, ago. 2014.
- CORAL, E.; ROSSETTO, C. R.; SELIG, P. M. Planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial: uma proposta para convergência das estratégias econômicas, ambientais e sociais. In: ENANPAD, 27. 2003, São Paulo. **Estratégias em Organizações**. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/~anpad/eventos.php?cod_evento=1&cod_evento_edicao=7&cod_edicao_subsecao=48&cod_edicao_trabalho=1829>. Acesso em: 21 mar. 2015.
- DANTAS, D. L.; SALES, A. W. C. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água. **Revista de Gestão Social e Ambiental – RGSA**, v. 3, n. 3, p. 4-19, set./dez., 2009.
- DU, F.; EVANS, G. W. A bi-objective reverse logistics network analysis for post-sale service. **Computers & Operations Research**, vol. 35, n. 8, p. 2617-2634, ago. 2008.
- FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006.
- GODOI, C. K.; BANDEIRA, R.; SILVA, A. B. (orgs.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2 ed., São Paulo: Saraiva, 2010.
- HERNÁNDEZ, C. T.; MARINS, F. A. S.; CASTRO, R. C. Modelo de gerenciamento da logística reversa. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 445-456, 2012.
- HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso da água**. Barueri, SP: Manole, 2003. p. 37-95.
- LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. **Polímeros**, São Carlos, vol. 23, n. 1, p. 49-58, 2013.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LOURENÇO, J. C.; LIRA, W. S. Logística reversa: uma análise comparativa entre três processos reversos de resíduos vítreos. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Sousa, vol. 2, n. 4, p. 19-34, set. 2012.

MINNER, S. Strategic safety stocks in reverse logistics supply chains. **International Journal of Production Economics**, vol. 71, vol. 1-3, p. 417-428, 6 maio 2001.

OLIVEIRA NETO, G. C.; SOUZA, M. T. S.; SILVA, D.; SILVA, L. A. Avaliação das vantagens ambientais e econômicas da implantação da logística reversa no setor de vidros impressos. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, vol. 17, n. 3, p. 199-220, jul. 2014.

RODRIGUES, R. S. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reuso no Brasil**. São Paulo, 2005.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5 ed., São Paulo: McGraw-Hill, 2013.

SCHWANS, S. A. K.; SCHWANS, A.; MACHADO, R. F. A logística reversa e o processo de retirada de embalagens de agrotóxicos do meio ambiente: um estudo da INPEV e da ADDCS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 21, 2014, Natal. **Abordagens contemporâneas de custo**. Disponível em: <http://www.congressodecustos.com.br/congresso/view/5?ID_CONGRESSO=25>. Acesso em: 08 de mar. 2015.

SENANTE, M. M.; SANCHO, F. H.; GARRIDO, R. S. Cost-benefit analysis of water-reuse projects for environmental purposes: a case study for Spanish wastewater treatment plants. **Journal of Environmental Management**, vol. 92, n. 12, p. 3091-3097, dez. 2011.

VAJNHANDL, S.; VALH, J. V. The status of water reuse in European textile sector. **Journal of Environmental Management**, v. 141, p. 29-35, 1 ago. 2014.

WEBER, E. L.; CAMPOS, R. H. Práticas de gestão da cadeia logística reversa interna: estudo de caso em empresa moveleira do sul do Brasil. In: CONGRESSO ANPCONT, 8, 2014, Rio de Janeiro. **Controladoria e Contabilidade Gerencial**. Disponível em: <<http://www.furb.br/web/4236/congresso-anpcont/trabalhos/selecionados>>. Acesso em: 01 mar. 2015