



Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade  
Versão on-line ISSN2319-2856  
Volume 10, número 5. Curitiba – PR. Jan/maio - 2016

## ***A viabilidade técnica e econômica da utilização de pneus em ecodutos***

Cláudio Sonáglgio Albano  
[claudio.albano@unipampa.edu.br](mailto:claudio.albano@unipampa.edu.br)

Doutor em Administração  
Professor Adjunto – Universidade  
Federal do Pampa (UNIPAMPA)

---

Rafael Barreto Tavares  
[rafael.lipinski.paes@gmail.com](mailto:rafael.lipinski.paes@gmail.com)

Graduado em Engenharia de Produção  
Engenheiro: Agência Gaúcha de  
Desenvolvimento e Promoção do  
Investimento (AGDI)

---

Rafael Lipinski Paes  
[rafabarretotavares@hotmail.com](mailto:rafabarretotavares@hotmail.com)

Doutor em Engenharia da Produção  
Professor Adjunto – Universidade  
Federal de Rio Grande (FURG)

Recebido em: 03/02/2016  
Aprovado em: 17/05/2016

### **RESUMO**

Os seres humanos utilizam recursos naturais para desenvolverem diversas atividades, que no decorrer do tempo geram problemas em relação ao meio ambiente. Assim, este trabalho demonstra a viabilidade técnica e econômica de um projeto de instalação de ecodutos construídos com pneus reciclados. São apresentados conceitos de desenvolvimento de produtos, sustentabilidade e análise econômica de investimentos, entre outros, para dar o suporte teórico ao trabalho. Como proposta secundária, é realizado um mapeamento do fluxo de valor para a atividade mostrando a situação atual e a proposta de situação futura. A metodologia adotada foi o estudo de caso. Os dados foram coletados com os responsáveis pela gestão do aterro sanitário da cidade onde são depositados os pneus, empresas que fabricam tubulações de concreto e estimativas das necessidades de tubulações de esgoto, através dos órgãos públicos municipais. Ao final pôde-se constatar a viabilidade técnica do projeto, bem como a econômica, de forma paralela a contribuição do projeto para a preservação do meio ambiente.

**Palavras-chaves:** ecodutos, pneus, viabilidade técnica e econômica.

## ***The technical and economic feasibility of using tires to make “ecopipes”***

### **ABSTRACT**

Human beings use natural resources for several activities that, along the years, have affected the environment. Thus, the following study shows the economic and technical feasibility of using pipes made of recycled tires. Firstly, some concepts of product development, sustainability and economy investment analysis are presented in order to theoretically substantiate such study. Secondly, there is a value flow mapping for such activity showing the present situation and the future proposal. The methodology used was the case study technique. The data collected was obtained through the ones in charge of the city of Bagé, Rio Grande do Sul, Brazil sanitary landfill where tires are disposed, companies that make concrete pipes, and the need for sewer pipes calculated by the city authorities. In the end, the economic and technical feasibility was proved possible as well as the project positive environmental impact.

**Key words:** ecopipes, tires, economic and technical feasibility.

O trabalho traz uma contribuição ao apresentar (com subsídios técnicos, econômicos e financeiros) a viabilidade da utilização de pneus para a implantação de ecodutos em área urbana. O trabalho faz um mapeamento da atual situação da cidade destacando, qual área ainda precisa ser atingida e de como essa área pode ser abrangida. Em paralelo, desenvolve o mapeamento do fluxo de valor, propondo uma nova situação, bem como projeta a viabilidade econômica e financeira da solução proposta.

### **INTRODUÇÃO e JUSTIFICATIVA**

Desde o surgimento dos primeiros povos, a atividade humana gera resíduos das mais variadas naturezas. A constante evolução tecnológica aliada a novas formas de produção aumentaram os problemas gerados ao meio ambiente pela atividade humana. Segundo Andrade (2002), a sociedade passou a utilizar mais recursos minerais e naturais para produzir serviços e bens de consumo, os quais geram vários resíduos, que prejudicam o meio ambiente.

Assim, um dos desafios da sociedade é produzir bens e serviços com o menor impacto ambiental possível, reaproveitando ao máximo seus resíduos, gerando emprego e renda. Para Reis (2007), essa atitude gerou um novo conceito, denominado de

desenvolvimento sustentável, que pode ser abordado sob o enfoque social, ambiental ou econômico. Neste trabalho o foco sobre sustentabilidade é do ponto de vista econômico e ambiental.

Um dos problemas enfrentados dentro da temática ambiental é a utilização (ou reutilização) de bens e produtos derivados do petróleo dentre os quais se destaca a utilização de pneus. Atualmente a maioria de pneus não tem um destino final após sua vida útil, fazendo com que toneladas de pneus sejam levadas até aterros sanitários e posteriormente enterradas devido ao seu não aproveitamento. Estimativas afirmam que, no primeiro semestre de 2013, aproximadamente 460 mil toneladas de pneus foram descartadas como lixo.

De outra parte, no Brasil são notórias as dificuldades dos centros urbanos em prover saneamento básico em níveis adequados. Segundo o atlas de 2008 do IBGE (2010), aproximadamente 45% dos municípios brasileiros não possuem rede de esgoto. Diversas são as causas para esse fato, entre essas se destacam os custos com os insumos. Uma das formas de reduzir esses custos seria a utilização de produtos descartados (no caso pneus) para a produção de ecodutos, que é uma estrutura de tubos formada por pneus radiais prensados em um equipamento hidráulico de grande resistência, apresentando grande durabilidade.

Assim, este trabalho tem por finalidade verificar a viabilidade econômica e técnica da instalação de ecodutos na cidade de Bagé (localizada na região da Campanha do Estado do Rio Grande do Sul), visando melhorar a qualidade de vida dos moradores que não possuem um sistema de saneamento básico. O trabalho está relacionado ao empreendedorismo ambiental. Será realizado o mapeamento da cadeia do setor, identificando onde serão obtidos os insumos para fabricação do produto, realizando estimativas dos respectivos custos e receitas inerentes a todo o processo.

Nesse trabalho será realizado o mapeamento da cadeia do setor, identificado onde serão obtidos os insumos para fabricação do produto e, por fim estimativas dos respectivos custos e receitas inerentes a todo o processo serão feitas. Destaca-se que a proposta relaciona-se com o empreendedorismo ambiental.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção serão abordados os temas que sustentam o desenvolvimento do trabalho. Assim, serão apresentadas as características das tubulações, os impactos ambientais que podem ser causados pela utilização desses materiais, o método de desenvolvimento de produtos proposto por Rozenfeld (2006). A viabilidade econômica do projeto e uma análise do fluxo de valor.

### **Tubulações tradicionais (de concreto) e tubulações ecodutos (de borracha - pneus)**

As chamadas tubulações tradicionais são constituídas em sua maioria de concreto, material formado por uma mistura de cimento, água, brita e areia. Segundo Milito (2009) a mistura destes componentes em devidas proporções, formam o material mais utilizado no mercado da construção civil. Segundo Macambira (2001) o concreto é um material bastante estável, quando exposto ao meio ambiente em geral, o que faz com que sua resistência mecânica cresça lentamente com o tempo até um determinado ponto onde se mantém estável e posteriormente decai.

Tubulações construídas a partir do concreto, apresentam algumas vantagens, tais como: possuir diversos diâmetros (tamanhos); possuem grande resistência, especialmente a cargas externas; apresentam resistências a diversas substâncias agressivas à abrasão; facilidade para transporte e baixo custo para a instalação.

Para Caetano (2006), a intenção de utilizar ecodutos surgiu com a proposta da utilização de pneus de veículos de passeio na fabricação de tubulações de esgoto. Esta tecnologia auxilia no saneamento ambiental necessária à maioria das cidades que sofrem com o descarte de pneus no meio ambiente. Uma tubulação feita com pneus pode durar até 500 anos e o seu custo de fabricação é significativamente menor se comparado aos valores dos tubos de concreto.

O primeiro protótipo deste novo produto foi desenvolvido no município de Pelotas/RS, através de uma prensa hidráulica adaptada para o tamanho dos pneus utilizados. Após um tempo estimado em 10 minutos, uma tubulação de aproximadamente

1 metro de comprimento era confeccionada, sendo resistente à pressão da água, suportando cargas de caminhão, carros e, ao mesmo tempo impermeável devido ao seu estreitamento.

Um dos objetivos para a sua utilização seria retirar estes resíduos da natureza, pois 85% dos pneus são incinerados em cimenteiras, aumentando o efeito estufa (CREA/RS, 2010). A fabricação de um ecoduto possui as seguintes etapas de produção: separação, prensagem, trançamento, envelopamento e Instalação, que estão descritas nos dois próximos parágrafos.

O processo construtivo se inicia na separação da matéria prima (pneus), que devem ser organizados pelo diâmetro interno visando a fabricação de lotes de mesma dimensão. É necessário para cada metro de tubulação a ser fabricada, cerca de seis pneus de caminhão ou oito de carros, formando assim um produto final padrão. Feita esta classificação, os pneus são levados em lotes para serem compactados em uma prensa hidráulica.

Após passar pela prensa, os pneus devem ser trançados com tiras de aço para auxiliar na junção, evitando assim que se desprendam. A etapa seguinte do processo consiste em cobrir essa estrutura originada com lona plástica, para evitar possíveis vazamentos. Para finalizar, os pneus são levados até o local de sua instalação, em valas previamente abertas, onde são cobertos com terra para fixar no solo. Para auxiliar na colocação em sequencia dos ecodutos, pode-se entrelaçar as tiras de aço das pontas a serem unidas, visando a continuidade da tubulação sem haver vazamentos no decorrer da linha.

Se comparado as tubulações feitas de concreto, o ecoduto possui algumas desvantagens, como a limitação do tamanho do diâmetro a ser confeccionado, tendo suas variações de acordo com as características dos pneus existentes no mercado e descartados, além de necessitar que o processo produtivo tenha uma etapa inicial de separação dos tamanhos de pneus coletados, gerando um aumento no tempo de produção.

Contudo, esta primeira etapa, não afeta de forma preponderante o tempo de fabricação do ecoduto, pois o processo de fabricação após a separação da matéria prima e antes de sua instalação, dura poucos minutos para ser concluído, enquanto a tubulação de concreto necessita de vários dias para a sua completa finalização.

Através de estudos com este material, verificou-se que se amplia as possibilidades de renda para populações carentes e estimula a coleta da matéria prima que causa danos ao meio ambiente. A precária situação ambiental por descarte de pneus tem ocorrência principalmente em áreas de população com baixa renda, onde esses pneus são utilizados para outros fins como, por exemplo, os domésticos onde se encontram em quintais servindo de suportes para plantações. Também nessas regiões são jogados em córregos e sarjetas piorando ainda mais as condições de saneamento destas áreas.

Um problema encontrado para a reutilização de pneus radiais, além do custo, é o dano causado ao meio ambiente, visto que envolve o uso de combustíveis no processo de separar a borracha dos demais componentes. Este processo, além do custo, aumenta a produção de CO<sub>2</sub> e os efeitos de gases, causando, por exemplo, o efeito estufa.

### **Impactos ambientais**

Dessa forma, partindo-se do pressuposto que os pneus descartados causam impactos ambientais, quando não ocorre seu reaproveitamento, para seu fim maior que é o uso em automóveis, e com a necessidade de se chegar a uma destinação final, os artigos 1º e 10 do CONAMA dizem respectivamente que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada aos pneus existentes no território nacional. O Art. 10 afirma que os fabricantes e os importadores poderão criar centrais de recepção de pneus, localizadas e instaladas de acordo com as normas ambientais e demais normas vigentes, para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente segura e adequada.

A Constituição Federal Brasileira mostra a importância dos aspectos ambientais no desenvolvimento de qualquer atividade que possa causar danos ao meio ambiente. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, conforme Art.225 da Constituição Federal Brasileira de 1988.

Segundo Rocha (2006), podemos classificar os resíduos sólidos de diversas formas, *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade | vol. 10, n.5 | jan - maio - 2016*

uma das mais comuns é quanto à natureza ou origem. Os principais elementos para a caracterização desses são os tipos de lixo, que podem ser agrupados nas seguintes classes: lixo doméstico ou residencial, lixo comercial, lixo público, lixo domiciliar especial, lixo industrial, lixo radioativo, lixo de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários, lixo agrícola e lixo de serviços de saúde. O concreto e o pneu são classificados em uma mesma categoria, que é a de lixo domiciliar especial, a qual compreende entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus

O concreto aparece nessa classificação dentro da parte de entulho de obras, comoparte da indústria da construção civil, a que mais explora recursos naturais, além de ser a que mais gera resíduos. Com relação aos pneus, existem diversos problemas ambientais gerados pela destinação inadequada. Quando deixados em ambiente aberto, sujeitos às chuvas, os pneus acumulam água, servindo como local para a proliferação de doenças. Se destinados para incineração, a queima da borracha gera enormes quantidades de material particulado e gases tóxicos, necessitando de um sistema de tratamento dos gases eficiente.

### **Desenvolvimento de produtos**

No processo de desenvolvimento de produtos proposto por Rozenfeld (2006), existe uma distribuição em fases (pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento), as quais são subdivididas em fases e atividades. A primeira e a última macrofase são as mais superficiais, de modo que a macrofase de desenvolvimento é a mais complexa. Para realizar uma maior integração entre as macrofases, diferentes áreas contribuem de acordo com seu conhecimento para um melhor resultado final. No quadro 01, estão descritas as características de cada fase.

**Quadro 01** – Fases de desenvolvimento de Produtos.

Fase	Descrição das atividades
Pré-desenvolvimento	Nesta etapa é realizado o planejamento estratégico, no qual se encontram as informações de mercado, se realiza uma pesquisa sobre o produto, bem como sobre sua demanda, tendo assim uma visão geral de como será aceito no mercado e o potencial de matéria-prima disponível. As informações tecnológicas dizem respeito ao tipo de modificação que se dará no produto, podendo ser uma simples modificação incremental como também uma mudança radical.
Desenvolvimento	Aqui se faz necessário ter uma boa gestão de projeto para que sejam seguidos os procedimentos corretamente. Dentro dessa fase, que é considerada a mais importante, tem-se as fases de projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação para a produção e o lançamento do produto, onde englobam diversos assuntos, como, por exemplo, as análises de funções do produto e planejamentos detalhados de custos para a fabricação.
Pós-desenvolvimento	Nessa fase é necessário acompanhar o produto e o processo no final de sua linha e descontinuar o produto a partir de uma estratégia preestabelecida.

**Fonte:** Adaptado de Rozenfeld (2006).

Para o desenvolvimento deste trabalho não serão aplicadas todas as etapas descritas acima, pelo fato do produto foco do trabalho ter um processo de produção relativamente simples. Neste trabalho serão abordadas as fases de pré-desenvolvimento e desenvolvimento.

### **Viabilidade econômica de um projeto**

Segundo Pamplona e Montevechi (1999), uma das etapas mais importantes na elaboração de um projeto é a análise de sua viabilidade econômica. É necessário um correto levantamento dos custos e das receitas decorrentes do investimento para melhor gerenciar esse processo. Neste trabalho será utilizado o método do valor presente líquido

(VPL).

Esse método considera o valor do investimento no início do empreendimento, em valores monetários, através da construção de um fluxo de caixa (SARTORI, 2009). Considera-se um VPL adequado quando se obtém um valor maior que zero, então o projeto é atraente economicamente. Contudo, se o resultado do método for zero, isso indica que esse projeto ou investimento retornará exatamente a taxa mínima de atratividade (HIRSCHFELD, 2009).

Para o cálculo do VPL, é necessário utilizar alguma variáveis, que estão descritas a seguir, bem como as respectivas justificativas para os valores usados neste projeto. Para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), foi utilizada uma Taxa Mínima de Atratividade de 11,25%. Esse valor é valor da taxa SELIC no mês de novembro de 2014. Essa taxa é também conhecida como taxa básica de juros da economia brasileira (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2014).

A taxa de depreciação utilizada para os equipamentos foi de 10% ao ano. Define-se depreciação como a diminuição do valor de bem, como resultado da ação da natureza ou da obsolescência normal (HIRSCHFELD, 2009). Juntamente com os métodos para determinação da depreciação de bens, a Secretaria da Receita Federal publica periodicamente uma tabela (em seu site) sobre os valores percentuais máximos de depreciação, os quais são aceitos pelo fisco federal (governo Brasileiro). A cada 10 anos, foi considerada a substituição dos equipamentos e, ao final do tempo de vida útil do projeto, foi considerada a venda desses equipamentos por aproximadamente 50% do valor de compra.

Ao elaborarmos um fluxo de caixa é importante mensurar o impacto da inflação. Uma organização pode ter três comportamentos quando enfrenta processos inflacionários: o primeiro ocorre quando a organização consegue acompanhar com seus preços de venda seu poder de desvalorização; o segundo quando a organização não consegue fazer seus preços de venda acompanhar seu aumento de custos de produção e finalmente o terceiro é quando a organização consegue que seus preços de venda sejam reajustados em uma proporção maior que seus custos de produção (GITMAN, 2007; ROSS; WESTERFIELD, 1995). Para fins deste trabalho, consideramos a primeira situação, assim minimizam-se os efeitos da inflação sobre o fluxo de caixa do projeto.

O tempo estimado do projeto foi de 35 anos, pois esse é o tempo estimado, nas atuais condições de oferta de pneus usados, para que toda a cidade seja atendida com as tubulações de ecodutos de pneus.

### **Análise do fluxo de valor**

Segundo Rother & Shook (1998), o fluxo de valor é toda ação que agrega valor ou não, necessária para transformar a matéria-prima em produto acabado. É a realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor para que um produto passe por todas as etapas de seu processo. Também pode ser considerada uma atividade de analisar o fluxo atual para obter melhorias, identificar e eliminar os desperdícios e propor uma situação futura, visando melhorar os resultados desse fluxo de valor.

O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que ajuda a identificar de forma clara o fluxo de material e informação dentro de uma organização. Para elaborá-lo, deve-se seguir a trilha da produção de um produto, desde o fornecedor até o consumidor, e se faz uma representação visual de cada processo no fluxo. Ele é diferente dos tradicionais mapas de processos que focam em processos individuais, e não fluxos de materiais e informações relacionados a famílias de produtos.

Basicamente, os fluxos podem ser puxados, empurrados ou contínuos. Um fluxo puxado acontece quando o processo posterior determina a produção nos processos anteriores; fluxo empurrado acontece quando os processos são controlados com base em uma programação, sem levar em conta as solicitações dos processos posteriores. Finalmente, um fluxo contínuo ocorre quando uma peça vai diretamente de um processo ao outro sem que haja uma interrupção; é o chamado fluxo unitário de peças.

### **METODOLOGIA**

O trabalho foi um estudo de caso exploratório, pois teve como objetivo proporcionar maior familiaridade com o tema (YIN, 2001). Foi realizada uma investigação

*Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade | vol. 10, n.5 | jan - maio - 2016*

de um fenômeno real, de forma próxima ao seu contexto. Para o alcance dos resultados, foram necessárias algumas etapas, tais como: conhecer o processo de produção das tubulações (concreto e ecodutos de pneus); identificar a necessidade com relação a tubulações de esgoto da cidade; mensurar a oferta de pneus usados; identificar o fluxo de valor; identificar (estimar) custos e receitas e finalmente desenvolver a análise técnica e econômica do projeto.

Para a coleta dos dados, foram entrevistados os responsáveis pela gestão do aterro sanitário da cidade onde são depositados os pneus utilizados, empresas que fabricam tubulações de concreto, gestores da autarquia municipal responsável pelo saneamento básico da cidade. Também foi necessário realizar uma estimativa da oferta de pneus usados. Este trabalho foi inicialmente realizado na cidade foco do trabalho, e pela insuficiência de matéria-prima (pneus usados) foi estendido para cidades próximas. Foram também coletadas informações com transportadores da cidade (região) para obter-se o custo do frete (transporte) de pneus, bem como com imobiliárias para alocar o custo de aluguel do prédio.

## **CONTEXTO DO TRABALHO**

Nesta seção será realizada a descrição da atual situação da cidade e dos recursos previstos para este projeto. Primeiramente é feita uma comparação entre as duas opções de tubulações existentes, logo após é realizada uma descrição da situação da cidade com relação a sua rede de saneamento básico.

No aspecto de resistência, o concreto é de difícil estipulação, devido a fatores externos, como a compressão aplicada sobre ele e o tempo de vida. Por exemplo, aos 20 meses de fabricação o concreto possui uma resistência de 450 kgf./cm<sup>2</sup>, o que em 6 meses era de 400 kgf./cm<sup>2</sup>. Já para a tubulação de ecodutos, conforme a pesquisa realizada, constatou-se que possui resistência similar.

Com relação ao preço de venda desses produtos, atualmente no mercado uma tubulação de concreto para águas pluviais é encontrada por R\$ 29,80 (valor médio aproximado de mercado). Posteriormente, neste trabalho, será divulgado o preço que se

pretende vender a opção de ecodutos a ser produzida. Existem outros fatores para realizar tal comparação, os quais serão mostrados ao decorrer desta etapa.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística– IBGE (2010), a cidade de Bagé possui 4.095,53 km<sup>2</sup> de área habitada, tendo uma população estimada em 120.000 habitantes, em 2015. Esses dados indicam que deverá ocorrer um aumento no consumo e respectivo descarte de pneus por parte da população devido ao aumento da demanda desse material para suprir suas necessidades, fato aliado ao crescimento do número de automóveis na cidade.

Em relação aos tipos de esgoto gerados nas cidades, esses podem ser divididos em industrial, doméstico e pluvial. No município estudado, existem os tipos doméstico e pluvial, segundo dados do Departamento de Água e Esgotos de Bagé (DAEB). A proposta deste trabalho se aplica somente ao esgoto pluvial, ou seja, utiliza-se o sistema de esgoto separador, onde o esgoto doméstico fica separado do esgoto pluvial. Não pode ser utilizado para outro tipo, pois deve-se garantir o estancamento da rede, ou seja, não pode haver furos, trincas ou porosidades por onde passe o esgoto, para não contaminar o solo, o que não é necessário se for apenas esgoto pluvial. O custo de implantação desse tipo é menor, pois as águas pluviais não são tão prejudiciais quanto o esgoto doméstico, por esse necessitar de tratamento.

Para iniciar este projeto, foi realizada uma pesquisa no site do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) obtendo como resultado a não existência de um patenteamento até o momento dessa inovação para tubulações de esgotos. Outro dado importante é a quilometragem das ruas de Bagé que necessitam desse mecanismo. Conforme dados obtidos com a prefeitura municipal da cidade, existem aproximadamente 260 quilômetros de ruas a serem asfaltadas (ou receberem outro tipo de pavimentação), e conseqüentemente essas ruas não possuem rede de bueiros.

## **RESULTADOS**

Nesta seção são apresentadas as propostas para a instalação de uma indústria de ecodutos. É realizado o mapeamento do fluxo de valor, para isso são apresentadas duas

*Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade | vol. 10, n.5 | jan - maio - 2016*

situações: a atual e a nova proposta. Posteriormente é demonstrada a viabilidade econômica do projeto.

### **Mapeamento do fluxo de valor**

Atualmente o processo se inicia com a coleta de pneus feita por um caminhão da prefeitura. A coleta não é centralizada, e sim por meio de pedidos de borracheiros ou outras pessoas que passam informações de onde se encontram pneus descartados em ruas e terrenos baldios na maioria das vezes. Após isso, em um período em média de uma semana, esse caminhão já cheio se dirige até o aterro sanitário do município onde são descarregados. Esses pneus são então levados por meio de veículo da própria prefeitura da cidade até duas empresas de fabricação de cimento localizadas em uma cidade próxima, para serem utilizados como combustíveis em seus fornos.

Esse transporte é todo custeado pelo município, que, além disso, paga um dado valor para essas empresas, pelo fato de estar dando um destino final nos pneus, o que seria uma obrigação primeiramente de quem os fabricou, porém, na maioria das vezes, não são responsabilizados e assim passam tal obrigação aos municípios, os quais arcam com esses prejuízos para evitar que cidades fiquem sujas e poluídas com o descarte desses materiais.

Para a implantação dos ecodutos com utilização de pneus, será necessário coletar pneus em cidades próximas para suprir a necessidade de matéria-prima, conforme demanda atual da cidade. Estes custos e quantidades estão demonstrados na tabela 2. O novo sistema de produção, ao contrário da situação inicial, é o sistema puxado, onde a etapa posterior ‘puxa’ os pedidos para que se evitem uma superprodução.

### **Parâmetros (valores) para determinar a viabilidade econômica do projeto**

Será apresentada a previsão de custos do projeto. O processo de fabricação é constituído de duas etapas: na primeira, é realizada a prensagem dos pneus, através de uma prensa hidráulica; posteriormente a isso, é realizada a fixação com uma trama de aço

manualmente, e a cobertura com uma lona plástica para ajudar na impermeabilidade.

O investimento inicial e os custos fixos e variáveis (mensais) estão descritos na tabela 1. São necessários ao menos três funcionários na linha de produção: um operador da prensa e dois para fazerem a fixação com as tramas e lona. Outro aspecto importante é a suposição de que a empresa que queira trabalhar nesse ramo precise alugar um local para sua estrutura física e que diariamente fabricará apenas o que lhe é demandado, ou seja, 30 unidades diárias.

Parte-se do princípio de que a empresa entregará o produto já com a trama de aço e coberto com a lona para a prefeitura realizar a instalação por conta própria, ou seja, com o auxílio de suas máquinas e funcionários. Os custos apresentados na tabela 1 estão com valores arredondados para a unidade superior de valor.

**Tabela 1 – Custos Gerais**

Descrição	Valores – R\$
Investimento Inicial	
Prensa Hidráulica	5.000,00
Ferramentas para uso – diversas	1.000,00
<b>Custos Fixos – mensais</b>	
Aluguel da área para fabricação (200 m <sup>2</sup> )	2.500,00
Mão de Obra – 3 funcionáriosfixos e 1 estagiário	6.500,00
<b>Custos Variáveis - mensais</b>	
Obtenção de pneus	2.700,00
Outros insumos	1.700,00
Custos totais – mensais	13.400,00

**Fonte:** Organizado pelos autores.

Segundo dados do departamento de esgotos da cidade (autarquia municipal), em condições favoráveis de temperatura, podem ser instalados em média 30 metros de tubos por dia. Para atender a essa demanda, necessitam-se ter 150 pneus por dia e 3.000ao mês trabalhando 20 dias no mês. Para essa demanda, devem-se encontrar outras fontes de matéria-prima, como a busca desses pneus em cidades vizinhas, fato demonstrado na tabela 2, com seus respectivos custos de transporte e estimativas de pneus coletados

baseados na sua frota de veículos.

**Tabela 2 – Custos mensais para coleta de pneus (quantidade coletada)**

Cidade	Frota Veiculos	Distância De Bagé	Pneus	Custo- R\$
Bagé	39.000	50 km (interno)	900	400,00
Candiota	2.500	50 km	80	400,00
Pinheiro Machado	3.700	80 km	120	600,00
Pelotas	130.000	180 km	1.900	1.300,00
TOTAL	175.200		3.000	2.700,00

Fonte: Organizado pelos autores.

Para instalar 250 quilômetros de tubulações, conforme necessidades atuais da cidade, seriam necessários 35 anos (pela atual possibilidade de insumos – pneus usados). A tabela 3 mostra a estimativa de lucros (mensais e anuais) que a organização poderá obter com esse projeto, desconsiderando nesse primeiro momento a depreciação dos equipamentos, investimentos iniciais e os demais riscos do projeto.

**Tabela 3 – Estimativas de custos, receitas e lucros**

Estimativas	Valor - R\$
Preço vendaunitário	25,50
Custo mensal	13.400,00
Custo anual	160.800,00
Receita mensal	15.300,00
Receita anual	183.600,00
Lucro mensal	1.900,00
Lucro anual	22.800,00

Fonte: Organizado pelos autores.

### Cálculo do valor presente líquido do projeto

O cálculo do valor presente líquido (VPL) foi realizado através do software Microsoft

Excel. Na tabela 4, estão demonstrados os valores que foram utilizados para o cálculo do VPL. Importante destacar que todos os valores utilizados no trabalho foram atualizados em março de 2014. Dessa forma, a taxa mínima de atratividade utilizada foi coerente com a taxa básica de juros (SELIC), praticada pelo governo federal brasileiro naquele mês.

**Tabela 4** – Valores utilizados para cálculo do VPL

Descrição dos itens do projeto/fluxo de caixa	Valor - R\$
Investimentos iniciais (Prensa e ferramentas)	6.000,00
Depreciação anual	600,00
Lucro Anual	22.800,00
Ano 10 – compra prensa e ferramentas	6.000,00
Ano 20 – compra prensa e ferramentas	6.000,00
Ano 30 – compra prensa e ferramentas	6.000,00
Ano 35 – Venda prensa e ferramentas– 50% valor compra	3.000,00
Taxa mínima de atratividade anual	11,25%
Tempo projeto	35 anos

**Fonte:** Organizado pelos autores.

O resultado do VPL resulta em um valor positivo de R\$ 183.650,00. Dessa forma, como o resultado é positivo, o projeto tem viabilidade econômica, ou seja, seus rendimentos são superiores a taxa mínima de atratividade (TMA).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes de apresentar as considerações finais, julga-se pertinente indicar algumas limitações que foram encontradas no desenvolvimento deste projeto, bem como sugestões para eventuais trabalhos que tenham como objetivo aprofundar mais algumas questões abordadas neste trabalho, ou até mesmo por ventura daquelas apontadas nas limitações.

Com relação as limitações do trabalho, pode-se citar: a não mensuração do impacto das questões tributárias no projeto. Atualmente existem diversas possibilidades de

tributações para pessoas jurídicas, por este motivo nenhuma foi considerada. Além disso, destaca-se que análises econômicas sob condições de risco não foram feitas, mas entende-se que o principal risco do projeto são suas condições de relações com organizações políticas (órgãos públicos). Como sugestão para futuros trabalhos pode-se vislumbrar a busca de matéria-prima (pneus) em outros mercados, aumentando desta forma a possibilidade o volume de produção e consequentes receitas, possibilitando uma redução do tempo do projeto. Além disso, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas adicionais com o objetivo de construção de um protótipo para monitoramento e análise técnica da proposta aqui apresentada.

Um dos objetivos de uma universidade é contribuir para o desenvolvimento econômico de seu contexto (sua região de atuação, em especial). Dessa forma desenvolver trabalhos acadêmicos que possam apoiar ou até mesmo criar novos projetos de investimentos na região, visando novas atividades econômicas úteis para a sociedade. Assim, entende-se que este trabalho colaborou nesse sentido, ao proporcionar um maior conhecimento sobre a viabilidade da implementação de um novo empreendimento que alia sustentabilidade ambiental e econômica.

A partir dos resultados alcançados, pode-se afirmar que existe viabilidade técnica e econômica para a implementação do projeto. O processo de produção a ser aplicado não é complexo, os recursos de produção (insumos, equipamentos, mão-de-obra e outros) são acessíveis na região de produção, bem como sua comercialização será totalmente na região em que ocorre a produção. Esses fatos proporcionam maior viabilidade a todo o processo.

Assim, conclui-se que a substituição do concreto por pneus em tubulações de esgoto é uma alternativa viável do ponto de vista ambiental, técnico e econômico, pois oferece uma destinação final para o material e paralelamente oferece uma nova oportunidade de empreendimento, aliado a melhores práticas de preservação ambiental. A partir deste trabalho, chega-se a um aproveitamento por completo do material utilizado, o qual, em um primeiro momento, seria descartado pela população, como mostra o mapeamento da situação atual, e através de uma nova proposta pode ser usado como fonte de investimentos e na redução da poluição do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T. & CARVALHO, A. B. Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. 2ª. edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, Taxa Selic <https://www.bcb.gov.br/?SELICTAXA>. Recuperado em dezembro de 2014.

CAETANO, F. A. Ecoduto. Disponível em: <[www.ecoduto.com.br](http://www.ecoduto.com.br)> Acessado em maio de 2011.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 258 de 1999. Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Recuperado em maio de 2011.

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br). Recuperado em junho de 2010.

CREA/RS – Conselho em Revista. Ecoduto: Solução criativa na reciclagem de pneus. Edição: março 2010, página 26, ano VI, nº 67.

HIRSCHFELD, Henrique. Engenharia Econômica e Análise de Custos. São Paulo. Ed Atlas, 7 edição. 2009.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos E Ferramentas. Brasília, 1995.

IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/>. Recuperado em novembro de 2013.

*Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade* | vol. 10, n.5 | jan - maio - 2016

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>Recuperado em maio de 2013.

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Disponível em: <[www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br)>Recuperado em junho de 2010.

LACERDA, L. P. Pneus Descartados no Brasil – Subsídios para uma Reflexão sobre o Problema na Bahia. Monografia do Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria – Ênfase em Produção Limpa. Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA, 2001.

MACAMBIRA, P. M. F.. Universidade da Amazônia – UNAMA. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. O Concreto em Belém do Pará - Uma visão analítica de seus componentes, mão de obra e patologias. Belém, PA, 2001.

MILITO, J. A. de. Técnicas de construção civil e construção de edifícios. Notas de aula. 2009. 303 p.

PAMPLONA, E. O.& MONTEVECHI, J. A. B. Apostila de Engenharia Econômica I. UNIFEI, Itajubá, MG, 1999.

REIS, M. F. P. Destinação de óleos de fritura. In: 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Belo Horizonte, 5f, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br>>. Recuperado em maio de 2014.

ROCHA, L. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Disposição de Resíduos Sólidos numa Voçoroca e seus Impactos sobre as Águas: Um Estudo de Caso em Uberlândia/MG. Uberlândia, MG, 2006.

ROTHER, M. & SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar – Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Massachusetts, USA, 1999.  
*Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade* | vol. 10, n.5| jan - maio - 2016

ROZENFELD, H. et al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.