

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

VIABILIDADE EM PROJETOS DE MELHORIAS AMBIENTAIS EM UMA REDE DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Robson Tadeu Bolson¹
* Juliano Rodrigues Gimenez¹

FEASIBILITY ANALYSIS OF PROPOSALS FOR ENVIRONMENTAL IMPROVEMENTS IN A NETWORK OF GAS STATIONS

Recibido el 6 de octubre de 2019; Aceptado el 7 de mayo de 2020

Abstract

The consumption of fossil fuels, electric power and drinking water, has increased considerably in recent years, followed by an increase in the number of fuel trade facilities in large and small cities in Brazil. This kind of commercial activity is potentially hazardous to the environment due to the amount of hazardous substances stored and marketed in these locations. In this work, the proposals of environmental improvements was analyzed with the focus on promoting the sustainability of these projects and contributing to the reduction of the environmental impacts of these activities, involving the management of solid waste, use of rainwater and photovoltaic energy. It was verified that the implementation of all improvements would result in an increase in the cost of installing a fuel station by around 13%, but with a return on investment of around 4 years and several intangible benefits for the enterprise and for the environment.

Keywords: *environmental feasibility analysis, environmental projects, sustainability at gas stations.*

¹ Área do conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade de Caxias do Sul, Brasil.

² Instituto de Saneamento Ambiental, Universidade de Caxias do Sul, Brasil.

* Autor correspondente: Instituto de Saneamento Ambiental, Universidade de Caxias do Sul, Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Caxias do Sul, RS. CEP: 95070-560. Brasil. Email: juliano.gimenez@ucs.br

Resumo

O consumo de combustíveis fósseis, energia elétrica e de água potável teve um considerável incremento nos últimos anos, seguido, conseqüentemente, pelo aumento dos empreendimentos que tem como atividade o comércio de combustíveis nas grandes e pequenas cidades do Brasil. Esta atividade é potencialmente perigosa para o meio ambiente devido à quantidade de substâncias perigosas armazenadas e comercializadas. Nesse trabalho foram analisadas as implantações de melhorias ambientais com o foco em promover a sustentabilidade desses empreendimentos e contribuir para a redução dos impactos dessas atividades, envolvendo o gerenciamento dos resíduos sólidos, aproveitamento de água pluvial e energia fotovoltaica. Verificou-se que a implantação de todas as melhorias pode resultar em um incremento no custo de implantação de um posto de combustível em cerca de 13%, porém com um tempo de retorno do investimento de cerca de 4 anos e diversos benefícios intangíveis para o empreendimento e para o meio ambiente.

Palavras chave: análise de viabilidade ambiental, projetos ambientais, sustentabilidade em postos de combustíveis.

Introdução

O consumo de combustíveis fósseis teve um considerável incremento nos últimos anos, alavancado, em grande parte, pelo aumento das vendas de veículos automotores e o crescimento na atividade econômica no País. Segundo dados divulgados no Anuário Estatístico da Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2016), no período de 2006 a 2014 houve um incremento na venda de derivados de petróleo de cerca de 55%, passando de 84,486 m³/ano para 131,589 m³/ano. Este crescimento das vendas de derivados de petróleo reflete no aumento de empreendimentos que tem como atividade o comércio de combustíveis nas grandes e pequenas cidades do País. Segundo a ANP (2016), em 2015 havia mais de 40000 postos de combustíveis em operação no Brasil, sendo que 3175 estavam localizados no Estado do Rio Grande do Sul.

O consumo de energia elétrica e água potável também apresentaram aumento nos últimos anos. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2016), o consumo de energia elétrica no setor comercial no período de 2011 a 2014 subiu cerca de 22 %, saindo de 73,482 GWh e atingindo 9,089 GWh no ano de 2014. Já a demanda por água potável deverá aumentar 11% até 2025, segundo projeções realizadas pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2010).

A atividade de comércio de combustíveis realizadas em postos de abastecimento é classificada como potencialmente ou parcialmente poluidor e gerador de acidente ambientais (CONAMA, 2000). Segundo o documento Fiscalização do Abastecimento em Notícias elaborado pela ANP, em 2015 foram realizados 572 autos de infração somente no estado do Rio Grande do Sul (ANP, 2016). Para que seja exercida legalmente esta atividade, é preciso estar em conformidade com uma série de normativas e regulamentações tanto em nível federal, bem como, estadual e municipal, já consolidadas e praticadas pela maioria dos estabelecimentos, a fim de garantir a segurança dos consumidores, colaboradores e meio ambiente. A negligência na execução e

manutenção de projetos de gestão e monitoramento ambiental podem elevar os riscos de problemas causados por vazamentos, emissão de gases e efluentes fora dos padrões recomendados (Terrés *et al.*, 2010), causando impactos ambientais passíveis de multas pelos órgãos competentes, assim como responsabilização criminal dos envolvidos.

Já são vários os segmentos da sociedade civil e órgãos governamentais que têm chamado a atenção para a implementação de práticas sustentáveis nas atividades que movimentam a economia do País, sejam elas, no comércio, na produção ou no setor de serviços. Essas práticas são norteadas pelo o que se convencionou chamar de tripé da sustentabilidade: 1) viabilidade econômica: obtenção de renda suficiente para que o negócio continue atrativo; 2) equilíbrio ecológico: sobrevivência do ecossistema em longo prazo; 3) equidade social: no que se refere à distribuição de benefícios e custos bem como aos valores sociais e culturais da população envolvida (Agenda 21 Brasileira, 2004). Medidas de gestão e monitoramento ambiental, sua correta aplicação e operação, bem como a utilização de tecnologias que ajudem a proteger o meio ambiente associado ao uso racional dos recursos naturais, contribuem para que este tipo de atividade econômica esteja em consonância com os princípios da sustentabilidade.

Assim, considerando a crescente demanda por projetos que tornem os empreendimentos mais sustentáveis, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade na implantação de melhorias ambientais que proporcionem sustentabilidade na operação de uma rede de postos de combustíveis. Para tanto foram elaborados os projetos de aproveitamento de águas pluviais, de aproveitamento de energia fotovoltaica, e projeto das unidades para o gerenciamento dos resíduos sólidos, identificando suas fontes geradoras e realizando a classificação destes resíduos com o foco em ações para a minimização da geração, bem como para o tratamento e destinação ambientalmente correta destes materiais. Também foram contemplados projetos para implementar medidas que permitam controlar e monitorar possíveis emissões de poluentes advindos dos compostos chamados BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos). Por fim, é elaborada a análise de viabilidade, com foco nas dimensões técnica, econômica e ambiental dos projetos desenvolvidos.

Esse trabalho contribui, assim, para que empreendimentos dessa categoria tanto se sensibilizem quanto à necessidade de buscar sua adequação ambiental, quanto o façam com o foco na sustentabilidade de suas atividades, considerando os aspectos técnicos, econômicos e ambientais como um processo integrado para a tomada de decisões. A contribuição se estende ainda a outros trabalhos científicos, empreendimentos e instalações que, com os procedimentos das análises de viabilidade aqui desenvolvidas, considerando externalidades como benefícios tangíveis a serem internalizados no fluxo de caixa, poderão ampliar o escopo de seus resultados, com foco em apontar sua viabilização econômica em um tempo de retorno razoável, entre 5 e 10 anos, às partes interessadas.

Coleta de dados e informações, dimensionamentos e resultados dos projetos

O estudo de caso utilizou os dados de uma rede de postos que opera no município de Ijuí, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Os projetos de melhorias foram desenvolvidos considerando a implantação no posto localizado no km461 da BR285 e servirão como base para serem replicados nos outros postos da mesma rede, composta por um total de 7 postos. Os projetos deverão ser ajustados de acordo com as especificidades de cada um dos locais, sendo que para o caso específico do gerenciamento dos resíduos foi considerado o projeto de uma unidade de gerenciamento que centralize a coleta, com vistas a otimizar os fluxos quando houver a destinação final dos mesmos.

Ijuí está situado na região NO do estado do Rio Grande do Sul, distante 385 km de Porto Alegre, capital do RS e apresenta uma área geográfica de 689 km², sendo 21.15 km² de área urbanizada. Segundo o Censo de 2010, tem população de 78915 habitantes, sendo que 90.7% reside na zona urbana da cidade (IBGE, 2018). Está inserido na bacia hidrográfica do rio Ijuí. Seus principais cursos de água são os rios Caxambu, Potiribu, Conceição, Ijuizinho e o Rio Ijuí. Os principais usos da água se destinam à irrigação e ao abastecimento público (Ijuí, 2011).

Segundo o macrozoneamento ambiental realizado pelo estado do Rio Grande do Sul, o Planalto Meridional é constituído predominantemente de áreas de campos limpos e pastagens; campos subarborescentes; florestas de encosta; florestas do Alto Uruguai; zona agrícola de uso intensivo de verão e inverno e zona agrícola de uso intensivo de verão (Rio Grande do Sul, 2017). O clima é classificado como subtropical, com quatro estações distintas. Verão com muito calor (18 a 40°C), e inverno com muito frio (0 a 18°C). A temperatura média anual é de 20.5 °C, com chuvas distribuídas durante o ano. No verão predominam as precipitações convencionais e no inverno há predomínio de chuvas frontais, com bastante uniformidade (Ijuí, 2011).

Características do empreendimento

A rede de postos de combustíveis em estudo conta com mais de vinte estabelecimentos e opera em vários municípios do RS. Na região NO do Estado, há postos nas cidades de Ijuí, Panambi, Cruz Alta, Santo Ângelo e Coronel Barros. Em Ijuí há 7 postos em atividade vinculados à rede, cada um com características estruturais, econômicas e de operação distintas. Alguns oferecem serviços de lavagem automotiva, lubrificação, oficina mecânica, restaurante e loja de conveniência. Nos postos em Ijuí trabalham 81 funcionários e são comercializados em média 1,350,000 L/mês de combustíveis.

A Tabela 1 apresenta as características do posto alvo dos projetos desse estudo. A coleta de dados e informações pertinentes para o desenvolvimento dos projetos de melhorias para a rede de postos foram obtidas por meio de visitas realizadas aos locais de operação, entrevistas com funcionários e questionário com os proprietários. O dimensionamento das estruturas que

compõem os projetos de melhorias para sustentabilidade do posto foi realizado com base em referencial teórico específico e seguindo as normas técnicas exigidas para a execução de cada um. A seguir serão apresentados os principais dados de entrada utilizados para realizar cada projeto e também os resultados dos dimensionamentos das principais estruturas e componentes dos mesmos.

Tabela 1. Principais características do Posto de Combustível alvo dos projetos de melhorias ambientais

Localização	Rodovia BR 285, km 461
Estrutura de serviços	Abastecimento e lubrificação de veículos de pequeno, médio e grande porte. Oficinas de mecânica pesada para caminhões, um restaurante, uma lavagem de veículos e loja de conveniência.
Horário de funcionamento	7 dias por semana das 07h às 00h.
Funcionários	25
Volume de combustíveis comercializados	550,000 L
Porte do empreendimento (FEPAM*)	Médio Porte
Potencial Poluidor (FEPAM*)	Médio
Zoneamento urbano (Plano Diretor)	Zona comercial 3
Área útil	444 m ²
Abastecimento de água	Poço Artesiano
Tancagem	75 m ³ , 15,000 L cada
Bicos de abastecimento	8
Abastecimento de energia	DEMEI

*FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental – RS

Sistema de energia fotovoltaica

Dimensionaram-se as placas de captação de energia solar instaladas sobre o telhado da estrutura do posto. Cabe destacar que essa é uma prática que vem sendo adotada inclusive em outros países, considerando que esse aproveitamento de energia solar se converte em um importante vetor de desenvolvimento regional (Alghoul *et al.*, 2018).

A irradiação solar do local foi obtida através do banco de dados do SunData disponibilizado pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB, 2017), com dados extraídos da estação meteorológica localizada no município de Cruz Alta, que fica há uma distância de cerca de 40 km da localização do posto. No projeto foram adotados os valores obtidos para a inclinação de 23°N, correspondente a maior média anual de irradiação por dia (4.89 kWh/m².dia), possibilitando assim o máximo aproveitamento energético do recurso solar e também evitando o acúmulo de sujeira nos painéis fotovoltaicos.

O consumo de energia do posto é dividido entre a iluminação, o sistema de climatização, equipamentos eletrônicos e refrigeradores da loja de conveniência, além do consumo das

bombas de combustíveis, sendo estes equipamentos os responsáveis pela maior demanda de energia no empreendimento. A média de consumo de energia do posto é cerca de 8,150 kWh/mês. Os principais resultados do dimensionamento do projeto de geração de energia fotovoltaico são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado do dimensionamento do sistema fotovoltaico

Área total de placas FV (m ²)	715
Strings (und)	16
Painéis Eficiência: 15.5% (und)	240
Inclinação	23°N
Ângulo Azimutal	50°
Caixa de Junção (und)	1
Inversor Eficiência: 96.6% (und)	1
Potência Instalada (kWp)	69.56

Para o cálculo da produção do sistema fotovoltaico foi utilizado o período de irradiação solar mensal de janeiro a dezembro, com a potência instalada do sistema sendo calculada a partir do número de painéis por fileira (*string*) calculada no projeto (240 painéis) multiplicada pela potência de cada painel (300 W) descontando a eficiência do inversor (96.6%) que resultou em 69.56 kW. O total de potência gerada pelo sistema em cada mês avaliado foi calculado multiplicando a potência instalada pelo total de irradiação solar mensal. A Tabela 3 apresenta os dados de rendimento do sistema fotovoltaico projetado neste trabalho.

Tabela 3: Rendimento do sistema fotovoltaico

Mês	Irradiação solar (kWh/m ² .mês)	Potência Instalada (kWp)	Potência Gerada (kWh)	Consumo mensal (kWh)	Saldo de Potência (kWh)
Jan	168.02	69.56	11,687.47	8,735	2,952.47
Fev	156.52	69.56	10,887.53	9,948	939.53
Mar	161.2	69.56	11,213.07	8,418	2,795.07
Abr	148.2	69.56	10308.79	9,114	1,194.79
Mai	126.79	69.56	8,819.51	8,510	309.51
Jun	106.5	69.56	7,408.14	7,948	-539.86
Jul	120.9	69.56	8,409.804	7,171	1,238.80
Ago	125.55	69.56	8,733.26	7,613	1,120.26
Set	139.5	69.56	9,703.62	8,025	1,678.62
Out	167.4	69.56	11,644.34	8,618	3,026.34
Nov	172.5	69.56	11,999.1	7,663	4,336.1
Dez	188.79	69.56	13,132.23	8,893	4,239.23
Total	1,781.87	834.72	123,946.86	100,656	23,290.86
Média	148.49	69.56	10,328.91	8,388	1,940.91

Os dados apresentados demonstram que o sistema não atenderia à demanda do mês de junho que coincide com o mês de menor irradiação solar do período. Todos os outros meses seriam superavitários alcançando uma média mensal de 1,940.91 kWh.

Captação e aproveitamento de água pluvial

As águas pluviais podem ser utilizadas para várias finalidades distintas, aumentando seu potencial de uso quando associadas a outras técnicas que melhoram a sua qualidade, diminuindo assim o consumo de água potável para fins menos nobres (Stec *et al.*, 2017). Nesse contexto, o uso das águas pluviais foi projetado visando otimizar a utilização de água potável somente para fins que exijam essa qualidade, enquanto a água da chuva pode ser utilizar para outros fins, considerados menos nobres.

Atualmente o estabelecimento é abastecido por poço artesiano, e os principais usos da água são para a lavagem de pista de abastecimento, banheiros e lavagem de veículos, sendo que o último corresponde à maior parte da água consumida no posto de combustível. A Tabela 4 apresenta o volume de água estimado consumido no posto e com potencial de ser substituída por água pluvial. Os valores foram obtidos com base nas informações do funcionário responsável e revisão da literatura (Subtil *et al.*, 2016)

Tabela 4. Consumo diário de água no posto de combustível com possibilidade de ser abastecida por águas pluviais

Usos	Quantidade	Consumo médio	Consumo diário
Sanitário	7 unidades	9 L/ descarga (50 descargas/dia)	450 L
Lavagem da central de resíduos	1 lavagem/semana	150 L/lavagem	22 L
Lavagem de pista	2 lavagens/dia	300 L/lavagem	600 L
Lavagem de caminhão	8 lavagens/dia	360 L/lavagem	2,880 L
TOTAL			3,952 L

As médias de precipitação mensais foram obtidas do estudo realizado no Plano Municipal de Saneamento de Ijuí (Ijuí, 2011), onde foram utilizados os dados pluviométricos de 3 estações localizadas na região, que possibilitou realizar uma série temporal de 53 anos, compreendendo o período de 1958 a 2010. O resultado aponta uma média anual de precipitação de 1,714 mm. Neste projeto foi adotado o método Inglês para a escolha da cisterna, em virtude dos custos de construção que, por esse método são considerados mais moderados (ABNT, 2007).

O reservatório deverá comportar o volume de 80 m³, composto 4 cisternas de 20,000 L, localizadas na superfície da área do posto, possuindo extravasores ligados à rede de drenagem pluvial do local para fornecer segurança ao sistema caso ocorram precipitações acima do previsto. A Tabela 5 apresenta os principais resultados do dimensionamento do sistema de captação de água pluvial.

Tabela 5. Resultados do dimensionamento do sistema de captação de água pluvial

Consumo	3,952 L/mês
Precipitação anual	1,714 mm
Área de captação	906 m ²
Reservatório <i>bypass</i>	1,000 L
Reservatório elevado	5,000 L
Potencial de captação	92,629 L
Cisterna	80,000 L
Perdas de carga no sistema	41.95 mca
Altura Manométrica da bomba	19 mca
Potência Bomba	1 cv

Central de armazenamento temporário de resíduos sólidos

A construção de centrais de armazenamento temporário se caracteriza por ser uma importante ferramenta na gestão de resíduos sólidos urbanos, proporcionando a redução do custo de transporte, a redução do volume de resíduos sólidos para aterro além de reduzir o tráfego de veículos pesados na cidade (Vinay *et al.*, 2016). A proposição deste projeto, considerou para as análises, que a central de resíduos sólidos deverá ter capacidade para armazenar os resíduos sólidos gerados nos 7 postos da rede localizados no município de Ijuí. A escolha do local considerou a questão logística, pois a região do empreendimento é de fácil acesso e com distâncias que variam de 2.5 km à 5 km entre os postos e ao local de instalação da central.

Cada posto deverá ter espaço apropriado para armazenagem temporária dos resíduos. Este local deverá ter capacidade para abrigar os resíduos gerados em uma semana. A coleta dos resíduos para a destinação até a central de resíduos sólidos da rede ocorrerá semanalmente por meio de veículo próprio. O transporte do resíduo perigoso até a central (óleo usado e materiais impregnados com derivados de petróleo) será realizado por veículo próprio da rede de postos obedecendo as normas e determinações descritas na NBR 13.221 (ABNT, 2002). Todo resíduo orgânico produzido nos postos será destinado para o sistema de coleta municipal.

O levantamento dos dados de geração foi realizado por meio de um questionário aplicado com o responsável de cada posto, além de visitas realizadas no período de 01/09/2017 a 15/11/2017, sendo que os valores aqui apresentados são estimados, com base nas respostas obtidas e nos quantitativos de produtos comercializados. Os principais resíduos sólidos gerados nos postos de combustível são o papel, papelão, plástico, vidro e alumínio, todos classificados como resíduos Classe II, não perigosos. Também há lâmpadas, materiais impregnados por derivados de petróleo, óleo usado, filtros usados e o lodo contaminado proveniente das caixas separadoras do setor de lavagem de veículos que, por sua vez, são classificados como pertencendo a Classe I, resíduos perigosos.

A Tabela 6 apresenta o volume e classificação dos resíduos sólidos gerados em cada posto avaliado. Os principais setores geradores de resíduos que compõem a operação dos postos são a loja de conveniência, o setor de troca de óleo, o setor administrativo e a lavagem de veículos. Após os projetos realizados, as dimensões de cada baia de armazenamento dos resíduos Classe I, Classe II A e Classe II B corresponde às medidas descritas na Tabela 7.

Tabela 6. Volume e Classificação de resíduos de cada posto

POSTOS	RESÍDUOS CLASSE II NÃO PERIGOSOS				RESÍDUOS CLASSE I PERIGOSOS					
	Papel kg/mês	Papelão kg/mês	Plástico kg/mês	Vidro kg/mês	Alumínio kg/mês	Lâmpadas un/mês	Contaminados com derivados de petróleo kg/mês	Óleo usado L/mês	Filtros Usados kg/mês	Embalagens impregnadas com óleo un
1	5	10	42.5	8	1	1.5	40	2.7	60	1.8
2	2.25	6.5	55	4	1	1.9	60	4.2	80	1.2
3	2.25	5	17.5	4	1	1.5	56	4.2	80	1.2
4	2.25	6.5	52.5	4	1	1.9	60	4.2	80	1.2
5	2.25	5	17.5	4	1	1.5	56	4.2	80	1.2
6*	5	13	30	8	1	1.5	180	8.7	160	2.2
7	5	4	35	8	1	0.2	28	1.8	40	1.2
TOTAIS	24	50	250	40	7	10	480	30	580	10

*Posto 6 trata-se do posto alvo dos projetos de melhorias ambientais

Tabela 7: Dimensões das baias de armazenagem para resíduos não perigosos

Resíduo	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m ²)
Filtros usados e mat. impregnado com óleo	3	3	9
Emb. de óleo e lodo contaminado	3	3	9
Papel/Papelão	3	3	9
Plástico	2	3	6
Vidro	1.5	3	4.5
Sucata/alumínio	1	3	3

Os projetos seguiram os critérios estabelecidos nas normas NBR 12235 (ABNT, 1992) para os resíduos perigosos, e a NBR 11174 (ABNT, 1990) para o armazenamento de resíduos classes II A - não inertes e II B - inertes. A armazenagem do óleo utilizado nos postos da rede será feita em um tanque de polietileno linear de média densidade aditivado contra raios UV, fabricado em uma única peça sem soldas ou emendas, e com capacidade para 1200 L.

Controles ambientais

Os controles ambientais a serem adotados pelos postos de combustíveis deverão ser realizados de forma individualizada para cada posto da rede, respeitando a classificação do posto conforme estabelecido na NBR 13786 (ABNT, 2005). A Tabela 8 apresenta os equipamentos e procedimentos, responsabilidade e periodicidade do monitoramento dos riscos de impactos ambientais na operação dos postos de combustíveis da rede. Salienta-se que os postos possuem configurações diferentes e nem todos contam com os equipamentos abaixo citados.

Tabela 8: Monitoramento Ambiental dos postos da rede

RISCO	EQUIPAMENTO/PROCEDIMENTO	RESPONSÁVEL	PERIODICIDADE
Proteção contra Vazamentos	Válvula de retenção instalada em linha de sucção (<i>Check-Valve</i>).	Funcionário capacitado	Mensal
	Controle de estoque	Funcionário capacitado	Diário
	Controle de estanqueidade	Empresa habilitada	Conforme orientação do órgão ambiental ou quando controle do estoque variar 0.6%
	Monitoramento de tubulação secundária	Empresa habilitada	Conforme orientação do órgão ambiental ou quando controle do estoque variar 0.6%
	Reservatório de Contenção para Bombas (<i>Sump</i> de Bomba e Filtro de Diesel)	Funcionário capacitado	Semanal
	Monitoramento intersticial em tanque de parede dupla	Funcionário capacitado	Diário
Proteção contra Derramamentos	Piso impermeável	Funcionário capacitado	Mensal
	Canaletas de contenção	Funcionário capacitado	Diário
	Câmara de acesso à boca-de-visita (<i>sumps</i> da câmara de calçada)	Funcionário capacitado	Mensal ou antes e após descarga de combustíveis
	Caixa separadora de água e óleo (SAO)	Funcionário capacitado	Mensal ou quando volume atingir 50% da capacidade da caixa
	Válvula <i>Breakaway</i>	Funcionário capacitado	Mensal
Proteção contra Transbordamento	Dispositivo para descarga selada	Funcionário capacitado	Mensal ou antes e após descarga de combustíveis
	Câmara de contenção da descarga de combustível	Funcionário capacitado	Mensal ou antes e após descarga de combustíveis
	Válvula antitransbordamento	Funcionário capacitado	Mensal ou antes e após descarga de combustíveis
	Válvula de retenção de esfera flutuante	Funcionário capacitado	Mensal ou antes e após descarga de combustíveis
	Alarme de transbordamento	Funcionário capacitado	Mensal
Proteção Poluição do Ar	Válvulas de Recuperação de Vapores	Funcionário capacitado	Mensal
	Conjunto do sistema de descarga selada	Funcionário capacitado	Conforme indicado na Proteção contra Transbordamento

OBS: Considera-se Funcionário Capacitado aquele que recebeu orientações sobre os procedimentos a serem adotados, bem como treinamento específico e validado quando indicado.

Análise de viabilidade

Sob o ponto de vista técnico, pelo fato de os projetos considerarem recursos tecnológicos, equipamentos e materiais existentes, bem como pelo fato de terem sido dimensionados respeitando as normas técnicas vigentes, assim como as recomendações das bibliografias específicas de cada temática; considera-se o projeto como tecnicamente viável. Já para analisar a viabilidade dos projetos sob o ponto de vista econômico e ambiental, foram avaliados os custos de implantação, de operação e de manutenção dos elementos considerados no estudo de caso; contrapostos com as receitas e benefícios previstos para tais. Como forma de considerar os aspectos ambientais, foram ainda avaliados os benefícios, tangíveis e intangíveis, buscando-se ao máximo valorar esses benefícios para internalizar esses valores como receitas nos fluxos de caixa que subsidiaram a análise de viabilidade econômica (Maia, 2004).

Benefícios ambientais tangíveis e intangíveis

A aplicação de medidas ambientalmente corretas, sejam elas em forma de projetos que reduzam o consumo ou ações que melhorem indicadores ambientais, resultam em benefícios econômicos e ambientais mensuráveis. Também existem benefícios nem sempre fáceis de contabilizar, mas que ajudam aos empreendimentos a agregarem valor em suas marcas ou por meio de outras vantagens, que podem compensar os investimentos em ações de sustentabilidade. A Tabela 9 apresenta uma síntese dos benefícios tangíveis e intangíveis dos projetos realizados neste estudo de caso, que apontam a viabilidade de tais ações.

Tabela 9. Benefícios obtidos com a execução das melhorias ambientais.

PROJETOS	BENEFÍCIOS TANGÍVEIS		BENEFÍCIOS INTANGÍVEIS
	ECONÔMICOS	AMBIENTAIS	
Geração de energia fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do custo com energia ▪ Vantagens tributárias 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução na emissão de CO₂, comparado a geração hidroelétrica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtenção de selos e certificados
Captação de água da chuva	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do custo de uso de água 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução no consumo de água tratada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acesso à linhas de financiamento para futuros investimento
Central de armazenagem de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução no custo do descarte dos resíduos ▪ Venda de material reciclável 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução de resíduo enviado para aterro 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mudança comportamental dos colaboradores
Medidas de controle e monitoramento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custos com multas e ações de remediação e perdas de combustível 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do risco de contaminação do ambiente provocados acidentes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atração de consumidores <i>ecofriendly</i>

A geração de energia fotovoltaica apresentou valor superior em relação ao consumo do posto, sendo produzido em média 1,940.91 kWh por mês de energia a mais do que a necessidade do posto. Esta energia excedente poderá ser utilizada na forma de crédito e descontada da conta mensal de outro posto da rede conforme Resolução Normativa nº 482 (ANEEL, 2012). Além do benefício econômico gerado pela redução do custo com energia, outro ponto positivo e mensurável da implantação do sistema é a redução das emissões de CO₂ provocada pelo consumo de energia elétrica. Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), o cálculo das emissões pode ser realizado pela equação 1 (MCTIC, 2018).

$$ECO_{2e} = C \cdot FE$$

Equação (1)

sendo:

ECO_{2e}: emissão anual em t_{CO₂eq};

C: consumo de energia elétrica em MWh/ano;

FE: fator de emissão em t_{CO₂eq}/MWh.

Sabendo que o potencial de geração do sistema é de 123.95 MWh/ano e que o fator de emissão (FE) divulgado pelo MCTIC para o ano de 2017 é 0.0927 t_{CO₂eq}/MWh; deixariam de ser emitidos cerca de 11.5 t_{CO₂eq} na atmosfera.

A redução do consumo de água potável da operação do posto também traz benefícios econômicos positivos para os empreendedores. Sabendo que o sistema projetado é capaz de armazenar e distribuir cerca de 78 m³ de água pluvial por mês e que o custo mensal do m³ de água fornecida pela companhia de saneamento na região é de R\$ 7.40; significa que a economia poderá ser de até R\$ 6,926.40 no primeiro ano de implantação. A redução do consumo de água também traz benefícios ambientais e sociais importantes, uma vez que reduzindo o consumo para fins menos nobres preservam-se mais recursos hídricos para a utilização humana.

A central de armazenagem dos resíduos juntamente com o plano de controle ambiental terá um efeito positivo na gestão ambiental da rede de postos. O objetivo da central é colaborar no gerenciamento e descarte ambientalmente correto dos resíduos gerados no posto. Estimou-se que a venda dos materiais recicláveis poderá resultar em um valor anual de aproximadamente R\$ 2,520.00, e poderá ajudar no custeio da operação e manutenção da própria central. Destaca-se ainda que com a redução da geração de 4400 kg de resíduos, o município economizará cerca de R\$ 515.00/ano, pois conforme Dias (2017) o preço médio para destinar uma tonelada de resíduos para o aterro estaria por volta de R\$ 116.80. O plano de controle e monitoramento ambiental evitará possíveis gastos com remediações e multas, advindas de processos de contaminações por vazamentos de combustíveis ou acidentes.

Todas estas ações são pré-requisitos para o pleito de várias certificações ambientais e de empreendimentos sustentáveis que a empresa estará habilitada a solicitar com a implantação destes projetos. Melhorias que visam a sustentabilidade dos empreendimentos também podem ser beneficiadas com linhas de crédito diferenciadas que podem ajudar a viabilizar a sua execução. Por fim, existe a possibilidade de utilizar os resultados das intervenções para promover ações de marketing do empreendimento junto à comunidade e seus clientes, agregando valor ao seu nome e à sua marca. Assim, o conjunto destes benefícios, produzem ganhos intangíveis que também devem ser avaliados para a decisão do empreendedor na hora de executar os melhoramentos sugeridos. A Tabela 10 apresenta os resultados anuais dos benefícios tangíveis com a implantação das melhorias projetadas no primeiro ano de operação.

Tabela 10. Benefícios Tangíveis das melhorias

Redução da emissão de CO ₂ *	11.5 t _{CO2e} /ano
Redução no consumo de água potável	78 m ³ /mês
Economia no custo da água	R\$ 6,926.40/ano
Economia no custo de energia	R\$ 94,200.00/ano
Receita da venda de resíduos	R\$ 2,520.00/ano
Redução de resíduos destinado para aterro (4,400 kg/ano)	R\$ 515.00/ano

* No Brasil ainda não existe mercado estabelecido para venda de créditos de carbono, ainda assim optou-se por deixar esse valor aqui destacado, pois caso houver no futuro, esse valor poderia ser contabilizado como um resultado a ser posto no fluxo de caixa como receita.

Análise de viabilidade econômica

Com os projetos básicos de engenharia detalhados, foram elaboradas as especificações técnicas e orçamentos para os itens de implantação. Os custos foram calculados com base em preços médios encontrados no mercado, podendo sofrer variações conforme a marca e fornecedores de equipamentos e serviços. O ano base para os valores aqui tratados nesse artigo é 2017.

O projeto de geração de energia fotovoltaica terá um custo de instalação de R\$ 274,489.00. A operação do sistema é de baixa complexidade, pois opera de forma automática sendo necessário apenas o monitoramento de seu funcionamento. A manutenção preventiva também não demanda grande complexidade, sendo necessário a limpeza periódica dos painéis, aferição da angulação dos painéis, aferição da tensão e corrente do sistema e também a temperatura dos painéis (CEPEL, 2014). Segundo Almeida *et al.* (2017) o custo anual com a manutenção de um sistema de geração fotovoltaica varia de 0.5% a 1% do custo de instalação. Desta forma, nesse trabalho arbitrou-se um custo de manutenção anual de R\$ 2,745.00, correspondente a 1% do custo de instalação.

Para o projeto da central de resíduos foi calculado o custo de instalação de R\$ 39,950.00. Estão previstos custos operacionais com a movimentação dos resíduos até a central no valor de R\$ 2,400.00/ano e custos com o descarte dos materiais somando o montante de R\$ 2,536.80/ano. A manutenção e gestão da central não acrescentará custos de mão de obra e energia significativos, sendo necessário apenas a manutenção da estrutura física das instalações orçado em 3% do valor de implantação, cerca de R\$ 1,300.00/ano. O custo de implantação do sistema de captação de água pluvial foi calculado em R\$ 73,000.00. A operação do sistema de reservação e abastecimento de água nos pontos será controlada automaticamente, resultando em consumo de energia pela bomba projetada, calculada em R\$ 405.00/ano. A manutenção do sistema consiste basicamente na limpeza periódica das calhas, tubos e filtros bem como possíveis substituições de peças hidráulicas que compõem o sistema. O custo de manutenção foi orçado em 1% do custo de implantação do projeto, R\$ 730.00/ano. Portanto, o custo total de implantação das melhorias ambientais propostas neste estudo de caso chegam ao montante de R\$ 384,439.00. Os custos de manutenção dos projetos somam o valor de R\$ 4,775.00/ano e o custos operacionais chegam ao valor de R\$ 5,341.80/ano.

No aspecto econômico, foram verificados significativos ganhos de receita a médio e longo prazo, em grande parte advindo da redução dos custos no consumo de energia e água na operação do posto, além da venda de materiais recicláveis. A construção da central de armazenagem proporcionará um local apropriado para os resíduos e com isso será possível separar adequadamente os materiais recicláveis que poderá gerar receita para o empreendimento, além de reduzir o risco associado a acidentes ambientais potencialmente contaminantes e outros incidentes vinculados à armazenagem dos resíduos perigosos nas unidades da rede de postos.

A tabela 11 apresenta os possíveis ganhos com a venda dos recicláveis. Os valores dos materiais foram estimados com base em preços médios praticados no mercado. A Tabela 12 apresenta os custos com o descarte dos resíduos da rede de postos. O sistema de geração de energia fotovoltaica contribuirá significativamente para a redução do custo com energia elétrica na operação do posto. Avaliando a vida útil do sistema em um período de 25 anos, foi calculada uma economia de R\$ 416,527.05 com a despesa de energia.

Tabela 11. Receita anual com a venda de resíduos recicláveis

Resíduo	Preço (R\$/kg)	Quantidade (kg/ano)	Total (R\$/ano)
Papelão	0.15	288	43.2
Plástico	0.55	600	330.00
Vidro	0.02	3000	60.00
Alumínio	1.35	480	648.00
Óleo usado	*0.25	*5760	1440.00
TOTAL			2,520.00

* Considerar a unidade em litros.

A Tabela 13 apresenta a potência média de geração de energia considerando ainda taxa de decaimento na produção 0.7%a.a., devido à perda de eficiência das placas.

Tabela 12. Despesas com descarte dos resíduos da rede de postos

Resíduo	Preço (R\$/kg)	Quantidade (kg/ano)	Total (R\$/ano)
Material impregnado	0.67	120	80.4
Lodo caixa separadora	0.67	120	80.4
Embalagens de óleo	*0.3	*6960	2088
Filtros de óleo	0.8	360	288
TOTAL			2,536.8

* Considerar unidades em litros.

Tabela 13. Potência média de energia elétrica e receita geradas pelo sistema fotovoltaico em 25 anos de operação

Ano	Potência média gerada (kWh/ano)	Custo da energia (R\$/kWh)	Receita da geração (R\$)
0	123,946.92	0.76	94,199.66
1	123,079.29	0.81	99,152.68
2	122,217.74	0.85	104,366.13
3	121,362.21	0.91	109,853.70
4	120,512.68	0.96	115,629.80
5	119,669.09	1.02	121,709.62
6	118,831.40	1.08	128,109.11
7	117,999.58	1.14	134,845.09
8	117,173.59	1.21	141,935.24
9	116,353.37	1.28	149,398.20
10	115,538.90	1.36	157,253.55
11	114,730.13	1.44	165,521.95
12	113,927.02	1.53	174,225.09
13	113,129.53	1.62	183,385.84
14	112,337.62	1.72	193,028.27
15	111,551.26	1.82	203,177.70
16	110,770.40	1.93	213,860.78
17	109,995.00	2.05	225,105.58
18	109,225.04	2.17	236,941.63
19	108,460.46	2.30	249,400.03
20	107,701.24	2.44	262,513.48
21	106,947.33	2.58	276,316.44
22	106,198.70	2.74	290,845.16
23	105,455.31	2.90	306,137.79
24	104,717.12	3.08	322,234.52
25	103,984.10	3.26	339,177.61

O custo do kWh de energia inicial foi estimado considerando o preço médio da fatura de energia elétrica do posto, portanto considerando outros encargos tributários que formam o preço final da conta de energia elétrica paga pelo consumidor e após aplicada uma taxa de inflação sobre o preço do kWh de 6%a.a.

O projeto de captação de água da chuva também demonstrou sensível redução no custo da água utilizada na operação do posto. Se aplicada uma taxa de inflação de 6%a.a. no preço do metro cúbico de água disponibilizada pela companhia de saneamento local, e sendo mantido um consumo anual de 936 m³/ano, calculou-se ano a ano a economia gerada. A Tabela 14 apresenta o comportamento do preço da tarifa de água, a redução gradual do consumo e economia na despesa de água na operação do posto.

Tabela 14. Redução no consumo e economia no custo da água

Ano	Consumo de água (m ³ /ano)	Custo (R\$/m ³)	Receita economia (R\$)
0	936.00	7.40	6,926.40
1	936.00	7.84	7,341.98
2	936.00	8.31	7,782.50
3	936.00	8.81	8,249.45
4	936.00	9.34	8,744.42
5	936.00	9.90	9,269.09
6	936.00	10.50	9,825.23
7	936.00	11.13	10,414.74
8	936.00	11.79	11,039.63
9	936.00	12.50	11,702.01
10	936.00	13.25	12,404.13
11	936.00	14.05	13,148.38
12	936.00	14.89	13,937.28
13	936.00	15.78	14,773.51
14	936.00	16.73	15,659.93
15	936.00	17.73	16,599.52
16	936.00	18.80	17,595.49
17	936.00	19.93	18,651.22
18	936.00	21.12	19,770.29
19	936.00	22.39	20,956.51
20	936.00	23.73	22,213.90
21	936.00	25.16	23,546.74
22	936.00	26.67	24,959.54
23	936.00	28.27	26,457.11
24	936.00	29.96	28,044.54
25	936.00	31.76	29,727.21

Análise por cenários

Foram propostos dois cenários para comparação dos resultados econômicos. No Cenário 1 foi verificada a viabilidade de implantação de cada projeto individualmente e no Cenário 2 foi realizada a avaliação considerando a implantação dos 3 projetos em conjunto.

Para verificar a viabilidade econômica das melhorias propostas no escopo deste trabalho, foi empregado o método de Valor Presente Líquido (VPL) através de fluxo de caixa, considerando os custos de implantação e operação e as receitas a longo prazo, em um período de alcance dos projetos considerado de 25 anos. Ainda foram calculadas a relação benefício-custo (B/C), a taxa interna de retorno (TIR) e o tempo de retorno do investimento (*Payback*). Foi considerada uma taxa de correção do valor presente de 6.83%a.a. correspondente a média da série histórica do IPCA do período de 1999 a 2017 (IBGE, 2018). Também foi utilizada a média da série histórica da TJLP no período de 2006 a 2017, correspondente a 5.83%a.a. (Receita Federal, 2018).

Cenário 1

Neste cenário foram avaliados os custos de implantação, manutenção, operação e as receitas a longo prazo de cada projeto deste estudo, sendo eles: central de armazenamento de resíduos; sistema de captação de água pluvial e sistema de geração de energia fotovoltaica.

O projeto para central de armazenagem de resíduos demonstrou inviabilidade econômica após o período de 25 anos. Apresentou relação B/C inferior a 1, característica de projetos inviáveis sob o ponto de vista econômico. Também demonstrou VPL negativo o que denota prejuízo no período avaliado.

A Figura 1 demonstra o comportamento do saldo de caixa em valor presente no período dos 25 anos avaliados. O sistema de captação de água pluvial demonstrou-se sustentável sob o ponto de vista econômico. Quando comparada a uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 10% característica de alguns fundos de renda fixa típicos de investidores com perfil conservador, o investimento demonstra viabilidade já que a TIR é superior a 13%. A relação B/C superior a 1 consolida a sustentabilidade do projeto.

A configuração construtiva do sistema demonstra maior viabilidade do que a apresentada no estudo de caso realizado por Monzur et al. (2011), o qual utilizou tanques subterrâneos para a armazenagem da água captada.

A Figura 2 apresenta o comportamento do saldo de caixa do projeto de captação de água pluvial. Evidencia-se que a partir do 12° ano o saldo passa a ser positivo (*payback*), o que ratifica a viabilidade econômica sua implantação, porém com um tempo de retorno relativamente alto.

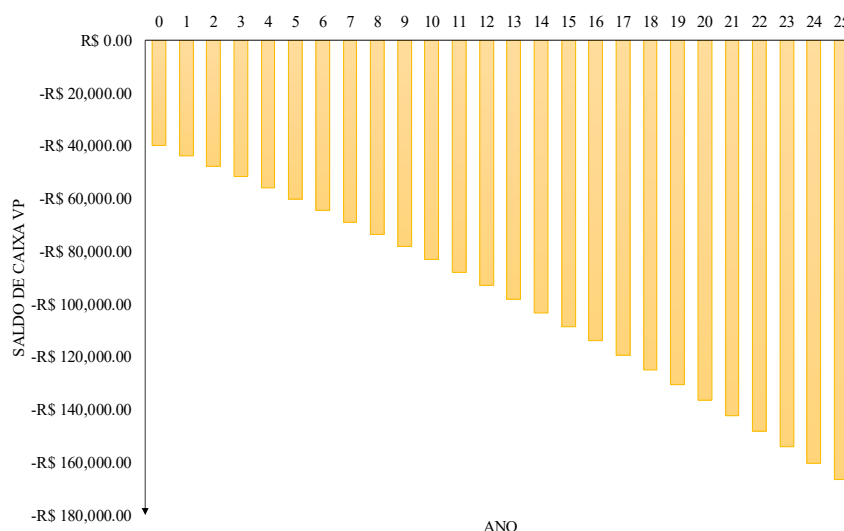


Figura 1. Saldo de caixa em valor presente para o projeto da central de resíduos.

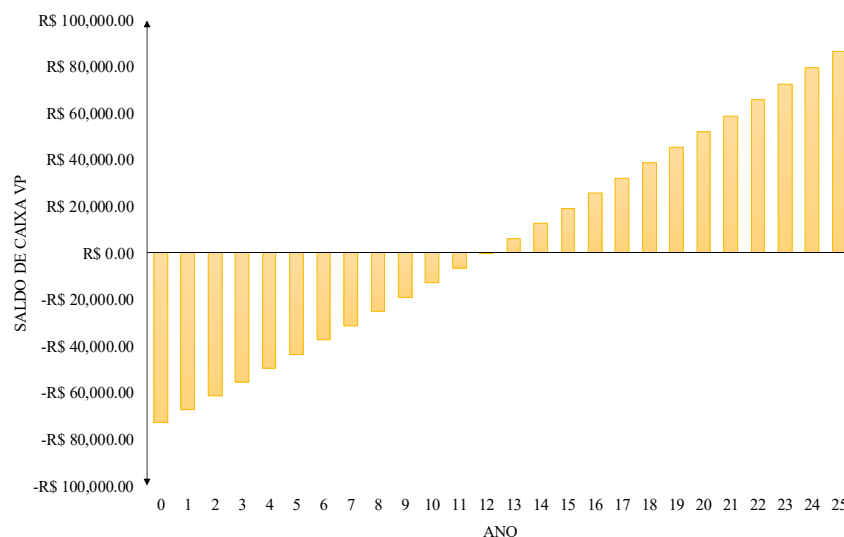


Figura 2. Saldo de fluxo de caixa em valor presente do projeto de captação de água pluvial.

O sistema de energia fotovoltaica provou ser o mais viável economicamente dos 3 projetos. Resultou com um *payback* de 3 anos, relação B/C 6.748 e TIR de 41.10% superando em cerca de 4 vezes a taxa de atratividade de 10% de fundos de investimento em renda fixa. A Figura 3 demonstra o comportamento do saldo de fluxo de caixa em valor presente no período de 25 anos do sistema fotovoltaico, evidenciando o retorno do investimento a partir do 3º ano.

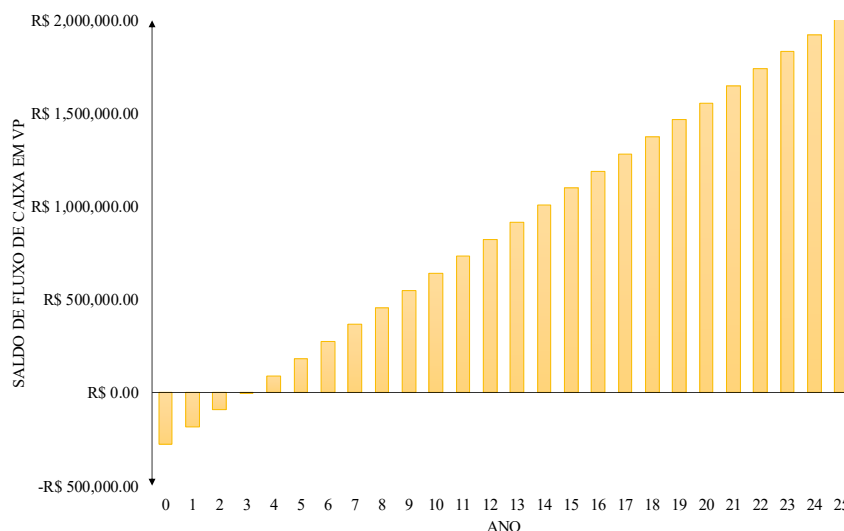


Figura 3. Saldo de fluxo de caixa em valor presente para o projeto de energia fotovoltaica.

Cenário 2

A Figura 4 apresenta o comportamento do saldo de fluxo de caixa em valor presente no período de 25 anos para o Cenário 2.

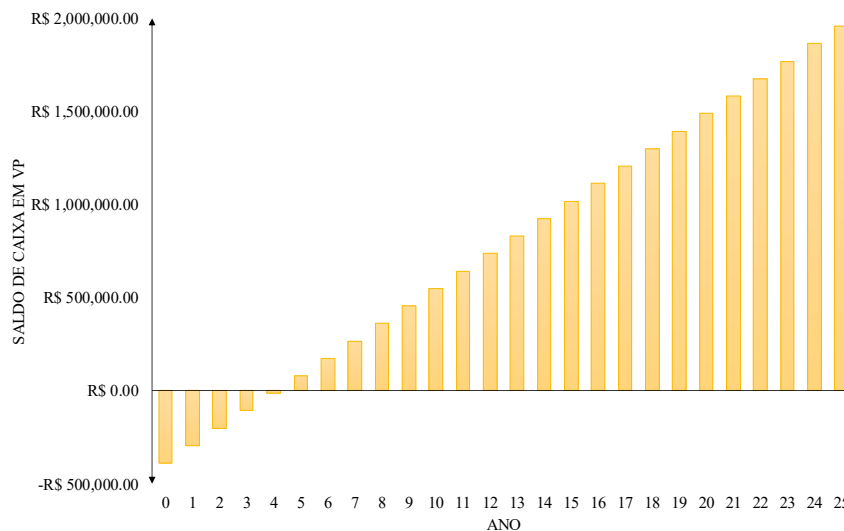


Figura 4. Saldo de caixa em valor presente para o Cenário 2.

No cenário 2 foi avaliada a viabilidade econômica da implantação do conjunto dos 3 projetos de melhorias ambientais. Neste cenário foram consideradas as mesmas taxas que foram aplicadas nas análises do Cenário 1. Quando avaliada a implantação dos 3 projetos verificou-se a viabilidade econômica de sua execução com tempo de retorno de investimento de pouco mais de 4 anos. A relação Benefício/Custo (B/C) também se mostrou vantajosa, bem como o resultado da TIR 31.32%, valor esse, superior à taxa mínima de atratividade de (TMA) de 10% considerada neste estudo.

Conclusões

Para realizar as análises de viabilidade propostas para esse trabalho, com vistas à sustentabilidade de um empreendimento de postos de combustível, foram realizados os projetos de engenharia que se deram pelo dimensionamento das medidas estruturais e estruturantes, suas especificações técnicas e orçamentações, dos custos de implantação e de operação e manutenção.

Verificou-se por meio da aplicação da análise econômica os resultados financeiros da implantação de cada um dos projetos e do conjunto das melhorias ambientais propostas. Para fins comparativos de cada um dos cenários analisados, a Tabela 3 apresenta a síntese dos resultados obtidos da avaliação econômica dos projetos, que se deu por meio do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), da relação Benefício-Custo (B/C), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do tempo de retorno do investimento (*Payback*).

Tabela 15. Comparativo da análise de viabilidade econômica dos dois Cenários avaliados

CENÁRIOS / PROJETOS	ANÁLISE DE VIABILIDADE				
	VPL (R\$)	B/C	TIR	PAYBACK	
1	Fotovoltaico	2,011,828.91	6.748	41.10%	3 anos
	Águas pluviais	86,306.78	1.828	13.19%	12.02 anos
	Resíduos sólidos	(166,493.95)	0.213	inexistente	inexistente
2	Conjunto dos projetos	1,955,978.92	3.938	31.32%	4.14 anos

Quando avaliada a implantação individual de cada projeto de melhoria, foi verificado que a central de resíduos não teria viabilidade econômica em sua execução, gerando custos não retornáveis para o empreendedor. Porém, cabe destacar que tais custos são intrínsecos da atividade de comercialização de combustíveis e difíceis de serem eliminados totalmente.

Sob o ponto de vista ambiental sua construção se torna viável, já que centralizando os resíduos em apenas um local projetado especificamente para este uso, e, portanto, mais seguro, diminui-se o risco de contaminação nas outras unidades da rede de postos, minimizando a probabilidade de ocorrência de multas e custos com remediação destes locais em caso de eventuais acidentes. Destaca-se ainda que se fossem consideradas nas análises de viabilidade o risco de ocorrência de multas por inadequação dos sistemas de gerenciamentos de resíduos, ou ainda para a recuperação de eventuais passivos ambientais advindos de quaisquer processos de contaminação originados da falta dessas unidades de gerenciamento dos resíduos; a análise de viabilidade poderia trazer resultados mais favoráveis sob o ponto de vista econômico.

Entre os projetos viáveis economicamente, o sistema de geração de energia fotovoltaica provou ser o mais sustentável, com um tempo de retorno de investimento de 3 anos, tempo 4 vezes menor do que o projeto de captação de água pluvial, que é de 12 anos.

Na comparação entre Cenário 1 e Cenário 2, a análise de viabilidade demonstra que há uma compensação nos resultados, provocados em grande parte, pelo bom desempenho do projeto de energia fotovoltaica, tornando a execução do Cenário 2 o mais indicado, já que os potenciais benefícios econômicos são superiores aqueles resultantes do Cenário 1. Há que se considerar nessas análises ainda os benefícios intangíveis do conjunto de projetos, o que corrobora com a proposição de que o resultado da implantação do conjunto e não somente de um ou de outro projeto, trará muito mais benefícios para esses empreendimentos.

Por fim, cabe a análise de que para a construção de um posto de combustível do mesmo porte do avaliado neste estudo de caso, estima-se um valor de investimento aproximado de R\$ 3,000,000.00, informações estas obtidas verbalmente com o proprietário da rede de postos. Se considerada a implantação dos 3 projetos de melhorias ambientais propostos neste trabalho, que totalizam R\$ 387,489.00, resulta um aumento de cerca de 13% no custo de implantação do empreendimento. Assim, conclui-se que com esse incremento de cerca de 13% no custo total de um dos postos da rede, haverá significativos retornos econômicos para o posto, com um tempo de retorno do investimento de curto prazo, e com uma rentabilidade muito atrativa considerando o tempo de alcance do projeto.

Assim, esse trabalho demonstra que as aplicações de melhorias ambientais em empreendimento dessa categoria são consideradas viáveis em todos os seus aspectos, técnicos, econômicos e ambientais. Os resultados intangíveis advindos das práticas ambientais também se demonstram importantes sob o ponto de vista tanto ecológico, quanto mercadológico, se forem adequadamente evidenciados à sociedade.

Referências bibliográficas

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990) *NBR 11.174: Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III – inertes*. Rio de Janeiro. 7 pp.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992) *NBR 12.235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos*. Rio de Janeiro. 14 pp.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2002) *NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos*. Rio de Janeiro. 4 pp.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005) *NBR 13.786 Posto de serviço - Seleção dos equipamentos para sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis*. Rio de Janeiro, 9 pp.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007) *NBR 15.527: Água da chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos*. Rio de Janeiro. 8 pp.
- Agenda 21 Brasileira (2004) *Ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional*. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 158 pp.
- Alghoul, M.A., Hammadi, F.Y., Nowshad, A., Nilofar, A. (2018) The role of existing infrastructure of fuel stations in deploying solar charging systems, electric vehicles and solar energy: A preliminary analysis, *Technological Forecasting and Social Change*, **137**, 317-326.
- Almeida, R.R G., Brito, N.S.D., Vinícius, M., Medeiros, B., Simões, M.C.S., Oliveira, S.A. (2017). Proposição de uma metodologia para análise de viabilidade econômica de uma usina fotovoltaica. *Revista Principia*, Volume **1**(34), 84-92.
- ANA, Agência Nacional de Águas (2010) *Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional*. Brasília, ANA: Engecorps/ Cobrape, 2010. 2 v.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica (2012) *Resolução nº 482/2012: Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências*. Brasília, DF.
- ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2016) *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis 2016*. Rio de Janeiro.
- ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2016) *Fiscalização do abastecimento em notícias*. Rio de Janeiro.
- CEPEL, Centro De Pesquisas De Energia Elétrica; CRESESB, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (2014). *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Rio de Janeiro, RJ.
- CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 273, de 29 de novembro de 2000. *Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição*. Brasília, DF.
- CRESESB, Centro De Referência Para Energia Solar E Eólica Sérgio Brito. *Banco de dados do SunData*. Acesso em: 02 de novembro de 2017. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php>.
- Dias, C.O., Zarth, K., Dachary, R., Coden, W., Pereira, F.C. (2017) Estudo da implantação de um aterro sanitário para atender o município de Ijuí: Técnica e custo. *Salão do Conhecimento, XXV Seminário de Iniciação Científica*, **3**(3), Ijuí.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2016) *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016*. Rio de Janeiro.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Porto Alegre – RS. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/area2/listapaginada.asp?cpfcnpj=06287728000203>.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). *Indicadores*. Acesso em: 11 de maio de 2018. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). *Panorama*. Acesso em: 10 de maio de 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ijui/panorama>.

- Ijuí (2011) *PLAMSAB - Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Ijuí*. Volume 01: Diagnóstico do Saneamento Básico. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas: UFRGS; Porto Alegre.157 pp.
- Maia, A. G., Romeiro, A. R., Reydon, B. P. (2004). Valoração de recursos ambientais–metodologias e recomendações. *Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP*, (116).
- MCTIC, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (2018) *Fator médio - Inventários corporativos*. Disponível em:
http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html.
- Monzur, A. I., Shanableh, A., Rahman, A., Ahsan, A. (2011) Optimisation of rainwater tank design from large roofs: A case study in Melbourne, Australia. *Resources, Conservation and Recycling*, **55**(11), 1022-1029.
- Receita Federal (2018) *Taxas de Juro de Longo Prazo*. Acesso em: 11 de maio de 2018. Disponível em:
<http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/taxa-de-juros-de-longo-prazo-tjlp>.
- Rio Grande do Sul (2017) *Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul*. Acesso em: 20 de outubro de 2017. Disponível em: <http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>.
- Stec, A., Kordana, S., Słyś, D. (2017) Analysing the financial efficiency of use of water and energy saving systems in single-family homes, *Journal of Cleaner Production*, **151**, 193-205.
- Subtil, E. K., mierzwa, J. C., hespanhol, I., rodrigues, R. (2016) Potencial de reúso de água na lavagem de caminhões utilizando Contator Biológico Rotativo. *Rev. Ambiente & Água, Taubaté*, **11**(4), 851-866, dez. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2016000400851&lng=pt&nrm=iso
- Terrés, I. M., Morales, M. M.D., Ferradas, E. G., Caracena, A. B., Rico, J. B. (2010) Assessing the impact of petrol stations on their immediate surroundings. *Journal of Environmental Management*, **91**(12), 2754-2762.
- Vinay, Y., Karmakar, S., Dikshit, A. K., Vanjari, S. (2016) A feasibility study for the locations of waste transfer stations in urban centers: a case study on the city of Nashik, India. *Journal of Cleaner Production*, **126**, 191-205.