

ECONOMIA SUSTENTÁVEL: IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Carlos Eduardo Bar Alves¹, Marcone Freitas dos Reis², Caio Brito de Souza³

¹UNESA, Rio de Janeiro – RJ, Brasil (carlosbar1976@gmail.com)

²UNESA, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

³UERJ, Resende – RJ, Brasil

Resumo: A crescente preocupação ambiental tem levado as empresas a buscarem soluções sustentáveis que minimizem ou eliminem os impactos gerados por seus processos produtivos. Em um cenário onde consumidores estão cada vez mais conscientes ecologicamente, adotar práticas sustentáveis representa não apenas um compromisso ético, mas também uma vantagem competitiva. Paralelamente, a redução de custos operacionais permanece como um dos principais objetivos organizacionais. Inserida nesse contexto, esta pesquisa teve como finalidade identificar alternativas economicamente viáveis que promovam simultaneamente à redução de custos e a proteção ao meio ambiente. Para isso, foi realizado um estudo de caso envolvendo a implementação de dois projetos sustentáveis: a instalação de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica e de um sistema de captação de água da chuva destinada a usos não potáveis. Com o apoio de ferramentas de análise de investimento, os resultados demonstraram uma redução de 57% nos custos com energia elétrica e água, em comparação ao cenário anterior baseado exclusivamente no fornecimento pelas concessionárias. Além de evidenciar um retorno financeiro atrativo e de baixo risco, o estudo reafirma o potencial das soluções ecológicas na promoção da eficiência econômica e na preservação ambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Eficiência Energética; Captação de Água da Chuva; Sistema Fotovoltaico; Redução de Custos.

INTRODUÇÃO

No cenário econômico atual altamente competitivo, busca-se cada vez mais a diminuição de custos, e surge como diferencial para todas as empresas a chamada “Economia Verde”, que busca dentre outras diretrizes, o uso consciente dos recursos naturais e a manutenção destes para as gerações futuras. De acordo com o autor Abramovay (2012) em uma economia verde os serviços dos ecossistemas são considerados nos processos de tomada de decisões, as externalidades ambientais são internalizadas e questões como mudança do clima, escassez de recursos naturais e eficiência energética são elementos centrais e orientadores do comportamento dos agentes.

Segundo a ANEEL - Agência Reguladora de Energia Elétrica (2021), a imprevisibilidade e a escassez das precipitações das chuvas nos locais das bacias hidrográficas, que abastecem as principais usinas hidrelétricas geradoras de energia elétrica do Brasil nos últimos anos, tem elevado cada vez mais os custos com energia elétrica, havendo a necessidade do acionamento de usinas termelétricas para poder

atender a demanda nacional, sendo utilizados pela ANEEL que é a agência reguladora, tarifas diferenciadas implicando em um aumento impactante para qualquer empresa, sendo assim justificada a busca cada vez maior por outras fontes de energia mais baratas e limpas.

Um outro problema que a escassez das chuvas ocasiona é quando ao abastecimento de água potável, em que chegamos a correr risco de racionamento. Uma medida que algumas empresas vêm utilizando é a captação das águas provenientes das precipitações das chuvas para uso não potável, este mecanismo ajuda a diminuir o consumo de água potável, que seria utilizado para fins onde não há a necessidade de uso desde recurso, como regas de jardins, e limpezas em geral, assim gerando não só uma economia com a redução de gastos, como colaborando com a redução dos riscos de enchentes.

Diante do exposto acima, a presente estudo tem como objetivo, demonstrar que diferentemente do que se pensava até pouco tempo atrás, os investimentos em economia verde podem sim trazer retorno não só do ponto de vista ecológico, mas também o retorno



econômico-financeiro, através da implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica, e de um sistema de captação de águas das chuvas em uma fábrica na cidade do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvida por meio de estudo de caso. A pesquisa descritiva visa identificar e analisar características específicas da realidade observada, permitindo avaliar possíveis relações entre variáveis (Gil, 2010). A abordagem qualitativa permitiu interpretar o fenômeno à luz de seus significados (Silva e Menezes, 2005), enquanto a abordagem quantitativa contribuiu com dados objetivos expressos em medidas numéricas (Marconi e Lakatos, 1982).

Quanto aos meios utilizados, adotou-se a pesquisa bibliográfica, baseada em fontes como livros, artigos, teses e materiais da internet, conforme Boccato (2006), além da observação direta dos processos e análise documental da empresa. O estudo de caso seguiu a concepção de Yin (2001), permitindo a investigação do fenômeno dentro de seu contexto real.

O universo da pesquisa abrange empresas impactadas pela escassez de chuvas e pelo aumento das tarifas de energia. A amostra foi composta por uma fábrica de óleos lubrificantes e graxas localizada no Estado do Rio de Janeiro. A coleta e o tratamento dos dados envolveram análise documental, observação direta e revisão bibliográfica, com o objetivo de identificar alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para redução de custos com água e energia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um termo muito utilizado nos dias de hoje é sustentabilidade, que é um conjunto de práticas com o objetivo de suprir as necessidades presentes do homem, sem comprometer as gerações futuras de suprirem as próprias necessidades (ONU, 1987). Até pouco tempo atrás muitas pessoas e empresas não davam a devida importância para questões que envolvessem sustentabilidade, se extraía do meio ambiente os recursos que eram necessários para o uso, sem se preocupar com a reposição destes, como se o meio ambiente fosse uma fonte inesgotável de recursos.

Após as Conferências das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (1972) e principalmente da Rio (1992), o mundo começou a ter a “consciência” sobre a importância da preservação do meio ambiente, países começaram a ver o quanto seus avanços tecnológicos prejudicavam o meio ambiente, rios poluídos, florestas sendo dizimadas, e muitos outros problemas que

despertaram a visão de que estes recursos não seriam ilimitados.

Os países reconheceram, portanto, o conceito de desenvolvimento sustentável e começaram a moldar ações com o objetivo de proteger o meio ambiente e reconhecer que as responsabilidades pela preservação do meio ambiente, pela construção de um convívio equilibrado com o planeta e pela criação de práticas sustentáveis são essenciais (Ignacio, 2020).

Segundo Kannan e Vakeesan (2016), “a indústria de geração de energia elétrica a partir da fonte solar pode ser considerada a melhor opção para a demanda de energia futura, uma vez que sua disponibilidade é abundante e tem alto custo-eficácia e eficiência em comparação com outras fontes de energia renováveis”.

“No Brasil, ainda existe a vantagem da quantidade de energia que pode ser gerada devido à grande disponibilidade dos raios solares que podem ser captados pelos painéis solares” (Portal Solar, 2017).

“A energia solar gera uma economia de 50% a 95% na conta de luz, e o investimento para sua instalação é pago com a economia gerada com a redução de gastos” (Portal Solar, 2017).

Entre os maiores incentivos à geração de energia solar no Brasil está a regulamentação sobre a microgeração residencial, estabelecida pela ANEEL em 2012. Esta regulamentação permite que qualquer residência possua painéis solares que possam ser utilizados como forma de geração autônoma de energia. Isso não apenas reduz o consumo de energia obtido através da distribuidora, mas em horários de pico de produção energética, ainda pode devolver energia à rede de distribuição (ANEEL, 2012).

Os custos com água também podem ser consideravelmente reduzidos, com a utilização de captação de água da chuva para uso não potável. Campos et al. (2004), faz uma menção a respeito da importância do uso da água de chuva como alternativa à utilização da água potável em alguns casos: “o aproveitamento de água pluvial aparece neste início de Século XXI como uma alternativa a fim de substituir o uso de água potável em atividades em que esta não seja necessária tais como descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagens de carros, pisos e passeios”.

Um sistema de captação de águas das chuvas deve ser bem pensado, o dimensionamento incorreto pode aprovar ou reprovar projetos de forma errada.

O estudo foi realizado em uma empresa global de lubrificantes e graxas, localizada no estado do Rio de Janeiro, esta empresa foi fundada em 2008 após aquisição de outra empresa pelo grupo em que ela hoje faz parte. Esta empresa atua na produção,

Foi realizado um levantamento sobre as condições para a aplicação dos dois projetos, base deste estudo, implantação de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica, e um sistema de captação de águas da chuva para aproveitamento não potável, nas instalações da empresa, este levantamento mapeou todos os telhados e calhas da empresa dividindo em setores, como pode se observar na Figura a seguir.

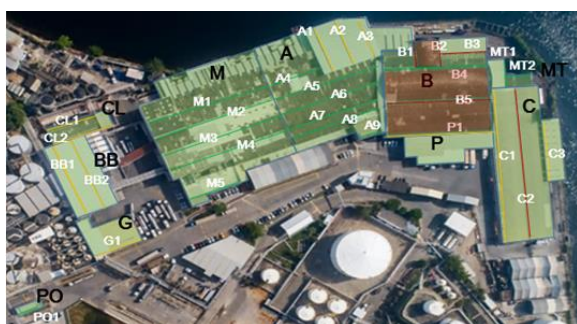


Figura 1. Mapeamento dos telhados da empresa.

Foi contratada uma empresa de consultoria para realizar um projeto que atendesse a demanda da empresa, ela sugeriu que fosse instalado 2280 painéis de 445W, sendo necessária uma área de 5130m², que gerariam mais de 110.000 kWh/mês. Após análise de possibilidades de locais ficou definido a utilização do telhado do Armazém A, pois este possui uma área de mais de 6.000,0m², além de ser mais fácil o acesso tanto para a instalação quanto para manutenção. O custo para a instalação do projeto foi de R\$ 3.870.000,00.

Segundo a empresa contratada para o projeto fotovoltaico, e com base nas horas de radiação diária, nos dias de geração e com uma eficiência de 85% da planta, foi possível estimar o potencial de geração e na Tabela 1 a seguir, pode ser observado o comparativo mensal de consumo real com o potencial de geração, observando os meses em que será necessário o uso da rede da concessionária, lembrando que o que a empresa gera de excedente, ou seja não consumido no mês, é enviado para a rede da concessionária tornando-se crédito para ser consumido quando necessário.

Tabela 1. Comparação de consumo elétrico.

CONSUMO (KWh)	GERAÇÃO (KWh)	USO DA REDE
105885	100572	-5313
100797	105570	4773
108220	106488	-1732
101260	126990	25730
115666	142290	26624
91553	129438	37885
126085	126990	905
97760	107967	10207
115619	102510	-13109
109213	96135	-13078
99274	97920	-1354
104440	104040	-400

De posse destas informações, e sabendo que a empresa tem uma demanda contratada no valor de R\$ 13.000,00, foi possível gerar a projeção de economia gerada, comparando os custos com o uso de energia totalmente fornecida pela concessionária, com os custos com a geração fotovoltaica, conforme a Tabela 2 a seguir.



Tabela 2. Comparação de custo elétrico e economia.

CUSTO SEM FV	CUSTO COM FV	ECONOMIA
R\$ 94.237,21	R\$ 17.728,13	R\$ 76.509,08
R\$ 89.709,50	R\$ 13.000,00	R\$ 76.709,50
R\$ 96.316,06	R\$ 14.541,74	R\$ 81.774,32
R\$ 90.121,36	R\$ 13.000,00	R\$ 77.121,36
R\$ 102.942,33	R\$ 13.000,00	R\$ 89.942,33
R\$ 81.482,56	R\$ 13.000,00	R\$ 68.482,56
R\$ 112.215,48	R\$ 13.000,00	R\$ 99.215,48
R\$ 87.006,55	R\$ 13.000,00	R\$ 74.006,55
R\$ 102.900,84	R\$ 24.666,94	R\$ 78.233,90
R\$ 97.199,80	R\$ 24.639,65	R\$ 72.560,15
R\$ 88.354,23	R\$ 14.205,43	R\$ 74.148,80
R\$ 92.951,71	R\$ 13.356,11	R\$ 79.595,60
R\$ 1.135.437,65	R\$ 187.138,02	R\$ 948.299,63

Para a projeção de custos hídricos foi necessário calcular qual o volume coletado, levando-se em conta as precipitações e a capacidade de armazenamento. Na Tabela 3 a seguir, foi utilizado a média de precipitação mensal para os meses em que a precipitação foi maior, enquanto nos meses em que a precipitação foi menor que a média, utilizou-se a precipitação do mês. A precipitação média ficou em 104,0 mm.

Tabela 3. Volume coletado de precipitação.

PRECIPITAÇÃO (mm)	ÁREA DO TELHADO BB	VOLUME COLETADO (M³)	ÁREA DO TELHADO C	VOLUME COLETADO (M³)
172	1446	151	4243	440
117	1446	151	4243	440
153	1446	151	4243	440
99	1446	143	4243	420
81	1446	117	4243	344
52	1446	75	4243	221
55	1446	80	4243	233
45	1446	65	4243	191
81	1446	117	4243	344
98	1446	142	4243	416
143	1446	151	4243	440
156	1446	151	4243	440

Lembrando que a capacidade das cisternas são de 160,0 m³ para o sistema próximo ao telhado BB e, 440,0 m³ para o sistema próximo ao telhado C, por isso nos meses de novembro a março utiliza a capacidade máxima de armazenamento no sistema do telhado C.

De posse destes dados foi possível calcular a economia conquistada com a implantação destes sistemas, na Tabela 4 a seguir apresenta a projeção de economia gerada com a instalação deste projeto.

Tabela 4. Comparação de custos hídricos e economia.

CONSUMO SEM OS SISTEMAS (M3)	ECONOMIA GERADA COM O SISTEMA (M3)	VALOR PAGO SEM O SISTEMA	VALOR PAGO COM O SISTEMA	ECONOMIA (R\$)
1671	591	R\$ 97.275,59	R\$ 62.878,92	R\$ 34.396,67
1869	591	R\$ 108.801,97	R\$ 74.405,29	R\$ 34.396,67
1545	591	R\$ 89.940,63	R\$ 55.543,96	R\$ 34.396,67
1446	563	R\$ 84.177,44	R\$ 51.390,68	R\$ 32.786,77
1431	461	R\$ 83.304,23	R\$ 56.478,70	R\$ 26.825,54
1836	296	R\$ 106.880,90	R\$ 89.659,57	R\$ 17.221,33
1368	313	R\$ 79.636,75	R\$ 61.421,88	R\$ 18.214,87
1674	256	R\$ 97.450,24	R\$ 82.547,16	R\$ 14.903,08
1359	461	R\$ 79.112,83	R\$ 52.287,29	R\$ 26.825,54
1536	558	R\$ 89.416,70	R\$ 56.961,12	R\$ 32.455,59
1575	591	R\$ 91.687,05	R\$ 57.290,38	R\$ 34.396,67
1620	591	R\$ 94.306,68	R\$ 59.910,01	R\$ 34.396,67
TOTAL DE ECONOMIA				R\$ 341.216,06

Com uma perda estimada de 5% na coleta da água, devido a absorção pelo telhado a economia anual real gerada é de R\$ 324.155,26.

Conforme valores descritos acima, chegou-se a uma economia anual de R\$ 1.272.454,89, o que representa uma redução de 57% com estes gastos, porém para atingir este resultado foi necessário um investimento.

Para avaliar a viabilidade destes projetos serão utilizadas as premissas descritas na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5. Dados para cálculos.

PROJETO FOTOVOLTAICO	
Investimento Inicial	R\$ 3.870.000,00
Custos elétricos antes do projeto (ano)	R\$ 1.135.437,65
Custos elétricos depois do projeto (ano)	R\$ 187.138,02
TMA (1,8 X Taxa Selic)	11,25%
Taxa de desconto (a.a.)	11,25%
Período do Projeto	25 anos

PROJETO HÍDRICO	
Investimento Inicial	R\$ 400.000,00
Custos hídricos antes do projeto (ano)	R\$ 1.101.991,02
Custos hídricos depois do projeto (ano)	R\$ 777.835,76
TMA (1,8 X Taxa Selic)	11,25%
Taxa de desconto (a.a.)	11,25%
Período do Projeto	25 anos

Para o projeto fotovoltaico, para cálculo do fluxo de caixa foi inserido a economia anual no horizonte de 25 anos, período em que o projeto foi calculado. Desses valores diminui-se o investimento inicial e as amortizações. Cabe ressaltar que do ano 10 ao ano 24 não houve amortização, pois, os equipamentos já estão 100% depreciados.

Segundo a Norma Interna nº 1700/2017 da Secretaria de Fazenda, equipamentos de geração de energia fotovoltaica tem depreciação em 10 anos, logo se tem uma amortização de 10% a.a. Na Tabela 6 a seguir, pode ser verificado o fluxo de caixa.

Tabela 6. Fluxo de Caixa Projeto Fotovoltaico.

Período	25 anos				
Taxa de desconto a.a.	10%				
Investimento	R\$ 3.870.000,00				

Período	Ano 0	Ano 1	Ano 9	Ano 10	Ano 24
Economia Anual	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
Amortização	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00		
Fluxo de Caixa	R\$ 3.308.700,37	R\$ 561.299,63	R\$ 561.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
R\$ 15.967.490,72					



A título de informação na Tabela 6, não se visualiza do ano 2 ao ano 8, pois os valores demonstrados são os mesmos dos anos 1 e 9, assim como também foi ocultado do ano 11 ao ano 23, pois os valores são os mesmos dos anos 10 e 24.

O investimento da empresa resultou em um fluxo de caixa positivo de R\$15.967.490,72, demonstrando a liquidez do projeto do ponto de vista de despesas e receitas.

Foi considerada a taxa de desconto de 11,25% a.a., para comparação à TMA (taxa mínima de atratividade) de mesma taxa. Na Tabela 7 a seguir, pode ser observado o resultado obtido da VPL (Valor Presente Líquido) positivo de R\$2.108.708,42, o que torna o investimento economicamente viável.

Tabela 7. Demonstração do VPL.

Período	25 anos				
Taxa de desconto a.a.	11,25%				
Investimento	R\$ 3.870.000,00				

Período	Ano 0	Ano 1	Ano 9	Ano 10	Ano 24
Economia Anual	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
Amortização	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00		
Fluxo de Caixa	-R\$ 3.308.700,37	R\$ 561.299,63	R\$ 561.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
R\$	15.967.490,72				
VPL	R\$ 2.108.708,42				

Para o investimento ser economicamente viável, deve render no mínimo, o equivalente a taxa de juros de aplicações de pouco risco do mercado. Para este projeto utilizou-se a taxa de 1,8% x Taxa Selic. De acordo com o Banco Central Brasileiro a Taxa Selic acumulada ao ano referente a setembro é de 6,25%, o que resulta em uma TMA de 11,25%.

A TIR (Taxa Interna de Retorno) consiste na taxa de desconto que faz com que o VPL seja zero. Na Tabela 8 a seguir, pode ser observado o resultado de 18,97%

Tabela 8. Demonstração da TIR.

Período	25 anos				
Taxa de desconto a.a.	11,25%				
Investimento	R\$ 3.870.000,00				

Período	Ano 0	Ano 1	Ano 9	Ano 10	Ano 24
Economia Anual	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
Amortização	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00		
Fluxo de Caixa	-R\$ 3.308.700,37	R\$ 561.299,63	R\$ 561.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
R\$	15.967.490,72				
VPL	R\$ 2.108.708,42				
TIR	18,97%				

Payback é nada menos do que o tempo de retorno do investimento, ou seja, quanto tempo o investimento vai levar para começar a remuneração de capita.

Conforme a Tabela 9 a seguir, pode ser observado o resultado do *Payback* encontrado.

Tabela 9. Demonstração do *payback*.

Período	25 anos
Taxa de desconto a.a.	11,25%
Investimento	R\$ 3.870.000,00

Período	Ano 0	Ano 1	Ano 9	Ano 10	Ano 24
Economia Anual	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
Amortização	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00	R\$ 387.000,00		
Fluxo de Caixa	-R\$ 3.308.700,37	R\$ 561.299,63	R\$ 561.299,63	R\$ 948.299,63	R\$ 948.299,63
R\$	15.967.490,72				
VPL	R\$ 2.108.708,42				
TIR	18,97%				
PAYBACK	4,08				

O *Payback* deste projeto apresentou o valor de 4,08 anos, ou seja, como o projeto foi estimado com uma vida útil de pelo menos 25 anos, o *Payback* mostra um ganho por mais de 20 anos, o que demonstra o quão viável é este projeto.

Para o projeto hídrico, para cálculo de fluxo de caixa, será adotado a mesma taxa de amortização, pois segundo a Norma Interna da Secretaria de Fazenda 1700/2017, instalações tem depreciação em 10 anos, logo a taxa de amortização será de 10%. Na Tabela 10 a seguir, é apresentado o fluxo de caixa.

Tabela 10. Demonstração do fluxo de caixa projeto hídrico.

Período	25 anos
Taxa de desconto a.a.	10%
Investimento	R\$ 400.000,00

Período	Ano 0	Ano 1	Ano 9	Ano 10	Ano 24
Economia Anual	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26
Amortização	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	
Fluxo de Caixa	-R\$ 115.844,74	R\$ 284.155,26	R\$ 284.155,26	R\$ 284.155,26	R\$ 324.155,26
R\$	7.263.881,50				

O investimento da Empresa resultou em um fluxo de caixa positivo de R\$7.263.881,50, demonstrando a liquidez do projeto do ponto de vista de despesas e receitas.

Será utilizada a mesma TMA do projeto Fotovoltaico, de 11,25%, pelas mesmas justificativas expostas anteriormente no projeto fotovoltaico.

Na Tabela 11 a seguir, é apresentada a demonstração do VPL, TIR e *Payback*.

Tabela 11. Demonstração do VPL, TIR e *Payback*.

Período	25 anos
Taxa de desconto a.a.	11,25%
Investimento	R\$ 400.000,00

Período	Ano 0	Ano 1	Ano 9	Ano 10	Ano 24
Economia Anual	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26	R\$ 324.155,26
Amortização	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	
Fluxo de Caixa	-R\$ 115.844,74	R\$ 284.155,26	R\$ 284.155,26	R\$ 284.155,26	R\$ 324.155,26
R\$	7.263.881,50				
VPL	R\$ 2.189.010,08				
TIR	335,52%				
PAYBACK	1,23				

Como pode se observar o VPL é positivo com valor de R\$ 2.189.010,08, o que torna o projeto economicamente viável. O resultado percentual da TIR foi de 335,52%, e o *Payback* é de 1,23 anos, o que torna possível considerar o projeto economicamente viável.

Com os investimentos adotados houve uma redução de 84% dos custos com energia e de 29% dos custos com água e esgoto na empresa, conforme pode se observar no Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1. Redução de custos com os projetos.



E uma redução total de 57% nos custos com energia e água e esgoto, conforme observado no Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2. Redução de custos total.



Conforme os cálculos apresentados neste estudo o resultado foi satisfatório, como pode ser observado na consolidação dos resultados na Tabela 12 a seguir.

Tabela 12. Resultados consolidados.

	PROJETO FOTOVOLTAICO	PROJETO HÍDRICO
FLUXO DE CAIXA	R\$ 15.967.490,72	R\$ 7.263.881,50
VPL	R\$ 2.108.708,42	R\$ 2.189.010,08
TIR	18,97%	335,52%
PAYBACK	4,08	1,23

A limitação do espaço físico impossibilitou que o projeto hídrico, obtivesse uma diminuição ainda maior com os gastos com água e esgoto, apesar de ter

potencial para captar um volume ainda maior de águas das chuvas, com a utilização de outros telhados e calhas da empresa, não há disponibilidade local para instalação de cisternas, além das que foram contempladas neste projeto.

Desta forma é possível considerar economicamente viável ambos os projetos, além de redução nos custos industriais, possuem alta rentabilidade e baixo risco, contribuindo efetivamente para a proteção do meio ambiente com o uso de energia renovável menos agressiva, e retirando boa parte de águas que seriam destinadas a galerias pluviais, diminuindo assim o risco com enchentes.

CONCLUSÃO

A busca constante por redução de custos operacionais é um fator estratégico para a sobrevivência e o crescimento das empresas em um mercado cada vez mais competitivo. Neste contexto, este estudo demonstrou que investimentos em soluções sustentáveis, como a energia solar fotovoltaica e a captação de água da chuva, representam alternativas viáveis e eficazes para aliar economia financeira à preservação ambiental.

A análise do estudo de caso evidenciou o potencial transformador da energia solar, especialmente em setores industriais, onde o consumo de eletricidade representa uma parcela significativa dos custos operacionais. Diante da instabilidade do sistema elétrico brasileiro e da elevação das tarifas energéticas, decorrentes de crises hídricas, investir em uma matriz energética renovável deixou de ser uma escolha estratégica para se tornar uma necessidade empresarial.

De forma complementar, a captação de águas pluviais para usos não potáveis — como no abastecimento de caldeiras — mostrou-se igualmente relevante, considerando o alto consumo hídrico da indústria analisada. Essa alternativa não apenas reduz o custo com fornecimento de água, mas também contribui para a gestão responsável dos recursos hídricos, aliviando a carga sobre as redes de drenagem urbana.

Embora os investimentos iniciais para ambos os projetos sejam elevados, as análises realizadas por meio de indicadores como TIR (Taxa Interna de Retorno), VPL (Valor Presente Líquido) e *Payback* confirmaram sua viabilidade econômica, com retorno rápido, baixo risco financeiro e impacto direto na redução de dois dos principais custos industriais.

Além dos benefícios econômicos, os projetos analisados geram ganhos ambientais significativos, ao promover o uso de fontes limpas e renováveis, bem como à redução da sobrecarga das redes pluviais. Tais ações sustentáveis ainda fortalecem a imagem institucional da empresa, podendo ser



utilizadas em estratégias de marketing verde, valorizando a marca diante de consumidores cada vez mais conscientes e exigentes em relação às práticas ambientais.

Portanto, conclui-se que a integração entre economia e sustentabilidade é não apenas possível, como recomendável, contribuindo para a resiliência empresarial, a competitividade e o compromisso com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. Muito Além da Economia Verde. São Paulo: abril, 2012.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Bandeiras Tarifárias, 2015 – disponível em <https://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: abr. 2025.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 481, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012481.pdf>. Acesso em abr. 2025.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

CAMPOS, Marcus André Siqueira; LAMBERTS, Roberto; PEREIRA, Deisy das Graças. Captação de água de chuva para fins não potáveis em edificações urbanas. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 25–38, jan./mar. 2004.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. Ed. São Paulo: Atlas 2019.

IGNACIO J. ECO-92: O que foi a conferência e quais foram seus principais resultados? Disponível em: <https://www.politize.com.br/eco-92/>. Acesso em: jun. 2025.

MARCONI, M. de A., LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1982.

ONU; COMISSÃO BRUNDTLAND. Nosso futuro comum. Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1987. p. 430.

PORTAL SOLAR, Energia Solar gera economia de 50% e 95% na conta de luz, 2017. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/energia-solar-gera-economia-de-50-e-95-na-conta-de-luz.html>. Acesso em mai. 2025.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. ed. Florianópolis, 2005.

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