

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Ciências Administrativas
Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD

Maria Caroline Carneiro Silva

**Avaliação Econômico-Financeira de Sistemas de
Manejo de Águas Residuárias de Origem Doméstica
em Empreendimentos Habitacionais**

Recife, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

CLASSIFICAÇÃO DE ACESSO A TESES E DISSERTAÇÕES

Considerando a natureza das informações e compromissos assumidos com suas fontes, o acesso a monografias do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco é definido em três graus:

- "Grau 1": livre (sem prejuízo das referências ordinárias em citações diretas e indiretas);
- "Grau 2": com vedação a cópias, no todo ou em parte, sendo, em consequência, restrita a consulta em ambientes de biblioteca com saída controlada;
- "Grau 3": apenas com autorização expressa do autor, por escrito, devendo, por isso, o texto, se confiado a bibliotecas que assegurem a restrição, ser mantido em local sob chave ou custódia.

A classificação desta dissertação se encontra, abaixo, definida por seu autor.

Solicita-se aos depositários e usuários sua fiel observância, a fim de que se preservem as condições éticas e operacionais da pesquisa científica na área da administração.

Título da Dissertação: Avaliação Econômico-Financeira de Sistemas de Manejo de Águas Residuárias de Origem Doméstica em Empreendimentos Habitacionais

Nome do Autor: Maria Caroline Carneiro Silva

Data da aprovação: 18/06/2015

Classificação, conforme especificação acima:

Grau 1 ☒

Grau 2 ☐

Grau 3 ☐

Recife, 18 de Junho de 2015.

Assinatura do autor

Maria Caroline Carneiro Silva

**Avaliação Econômico-Financeira de Sistemas de
Manejo de Águas Residuárias de Origem Doméstica
em Empreendimentos Habitacionais**

Orientadora: Joséte Florencio dos Santos, Dra.

Dissertação apresentada como requisito complementar para a obtenção do grau de Mestre em Administração, na área de concentração Gestão Organizacional, do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco.

Recife, 2015

Catálogo na Fonte
Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

S586a

Silva, Maria Caroline Carneiro

Avaliação econômico-financeira de sistemas de manejo de águas
residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais /
Maria Caroline Carneiro Silva. - Recife : O Autor, 2015.
108 folhas : il. 30 cm.

Orientadora: Prof^a. Dra. Josete Florencio dos Santos
Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de
Pernambuco, CCSA, 2015.
Inclui referências e apêndices.

1. Análise econômico-financeira. 2. Saneamento doméstico. 3. Risco. I.
Santos, Josete Florencio dos (Orientadora). II. Título.

658.1 CDD (22.ed.)

UFPE (CSA 2015 –139)

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Ciências Administrativas
Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD

Avaliação Econômico-Financeira de Sistemas de Manejo de Águas Residuárias de Origem Doméstica em Empreendimentos Habitacionais

Maria Caroline Carneiro Silva

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco e aprovada em 18 de Junho de 2015.

Banca Examinadora:

Prof.^a Josete Florencio dos Santos, Doutora, UFPE (Orientadora)

Prof. Mario Takayuki Kato, Doutor, UFPE (Examinador Externo)

Prof.^a Umbelina Cravo Teixeira Lagioia, Doutora, UFPE (Examinador Interno)

Com muito amor à minha família: aos meus pais
(Vicente Ferreira da Silva Filho e Sandra Carneiro do
Nascimento).

Agradecimentos

Início os meus agradecimentos por Deus, pois “quando a ansiedade já me dominava no íntimo, o teu consolo trouxe alívio à minha alma” (Sl. 94-19).

A meus pais, Sandra e Vicente, pela minha vida, por tudo que sou e por tudo que tenho. Obrigada pelo amor, carinho, atenção e cuidado! Amo vocês!

A meus avós, José David e D. Gena, que sempre abriram os seus braços para me receber com amor e alegria.

A minha irmã, Vanessa, por estar sempre ao meu lado e não me desamparar.

A minha afilhada linda e amada, Heloísa, por trazer alegria a minha vida e me ensinar uma forma diferente de amor.

A todos os meus tios e primos, que estão sempre ao meu lado com amor, cuidado, disposição e alegria. Em especial, minha tia Silene, por estar sempre ao nosso lado!

À Professora e orientadora, Joséte, por ter me recebido na sua sala, na sua casa e na sua vida. Obrigada pelas oportunidades e ensinamentos!

A todos os professores e funcionários do Propad, em especial Prof. Bruno Campello, Prof. Marco Góis e D. Nilda, por todo o conhecimento, atenção e disponibilidade. Ao Prof. Mario Takayuki Kato e a Juliana Moraes, pela oportunidade de fazer parte do grupo de pesquisa, pela atenção e conhecimento.

Aos meus amigos e parceiros do grupo de finanças, pela ajuda, conhecimento, atenção. Em especial, Kécia, pela parceria que ultrapassa os limites da Universidade. A Abdinardo, pela disposição e paciência ao me receber em Petrolina (UNIVASF) para me ajudar e me ensinar. A Ricardo, Lucio e Renata por toda ajuda e atenção.

A todos os meus amigos, que contribuíram para a realização deste sonho e que fizeram desta jornada tão alegre, até mesmo nos momentos de angústia. Em especial, Jéssica Targino e Jéssica Cortês, que são as melhores mãozinhas que eu poderia ter e querer, tudo e nada com vocês é divertido e único. A Ancelmo e Patrícia, por todo apoio e incentivo. A Marília e família, pela amizade e apoio. A Nathália Bandeira e Julianna Carvalho, por estarem sempre ao meu lado.

A todos, meu muito obrigada! Amo vocês!

Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar (JOSUÉ, 1:9).

Resumo

O propósito deste estudo é avaliar a viabilidade econômico-financeira dos sistemas de manejo de águas residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais de interesse social. Trata-se de dois sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical para remoção de carbono e nitrogênio. Na fase anóxica, o sistema 1 recebe o esgoto bruto como doador de elétrons para promover a desnitrificação. Enquanto que, o sistema 2 recebe etanol. A análise econômico-financeira do projeto piloto dos sistemas compartimentados envolveu diversas etapas, tais como: a previsão dos fluxos de caixa futuros esperados; a determinação do custo de capital para descontar os fluxos de caixa futuros esperados; o cálculo dos índices tradicionais: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente de Custo (VPC) e Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE); e, por fim, o cálculo das entradas de caixa de Breakeven, a realização da análise de sensibilidade e da Simulação de Monte Carlo (SMC) para lidar com as incertezas associadas ao projeto e estimar os valores esperados dos indicadores financeiros. O resultado das entradas de caixa de Breakeven demonstraram que, até a taxa de 7,50% o projeto exigirá entradas mínimas de caixa menor que R\$ 1.000,00 ao ano, e acima de 19,50% o projeto demandará entradas mínimas de caixa maior que R\$ 2.000,00. A análise de sensibilidade indica que, à medida que o custo de capital aumenta, o Valor Presente de Custo (VPC) que considera o investimento inicial tende ao valor do investimento inicial e o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) tende ao infinito. Enquanto que, o Valor Presente de Custo (VPC) que não considera o investimento inicial tende a zero e o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) tende ao valor do fluxo de caixa, à medida que o custo de capital aumenta. O melhor cenário, apresentado pelo Sistema 1, teria um Valor Presente de Custo (VPC) de -R\$ 25.122,08 e Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) de -R\$ 3.363,31. Os valores anuais por habitante seriam um Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) de -R\$ 336,33, que significa um custo incremental de R\$ 182,25 para instalar o sistema nos empreendimentos habitacionais e uma redução de R\$ 729,01 no Sistema Único de Saúde (SUS). Contudo, de acordo com a Simulação de Monte Carlo (SMC), os resultados expostos pela análise tradicional são extremamente otimistas e tem apenas um 1% de chance de acontecer.

Palavras-chave: Análise de viabilidade econômico- financeira. Sistema compartimentado. Risco.

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the economic feasibility of wastewater management systems from households in housing projects of social interest. These are two systems compartmentalized anaerobic / aerobic / anoxic vertical to remove carbon and nitrogen. In the anoxic phase, the system 1 receives the raw sewage as electron donor to promote denitrification. While the system 2 receives ethanol. The economic and financial analysis of the pilot project of compartmented systems involved several steps, such as the prediction of the expected future cash flows; determining the cost of capital to discount the expected future cash flows; the calculation of traditional indexes: Net Present Value (NPV), Cost Present Value (VPC) and Uniform Annual Cost Equivalent (CAUE); and, finally, the calculation of Breakeven cash inflows, performing sensitivity analysis and Monte Carlo simulation (SMC) to handle the uncertainties associated with the project and estimate the expected values of financial indicators. The result of Breakeven cash inflows showed that until the rate of 7.50% the project will require minimal inputs of lower cash R \$ 1,000.00 per year, and up 19.50% the project will require minimum cash entries greater than R \$ 2,000.00. The sensitivity analysis indicates that, as the cost of capital increases, the cost of Present Value (VPC) which considers the initial investimento tends to the value of the initial investment and the Uniform Annual Cost Equivalent (CAUE) tends to infinity. While the cost of Present Value (VPC) does not consider the initial investment tends to zero and the Uniform Annual Cost Equivalent (CAUE) tends to the value of cash flow, as the cost of capital increases. The best scenario presented by System 1, would have a Cost Present Value (VPC) of R \$ 25,122.08 and Uniform Annual Cost Equivalent (CAUE) of R \$ 3,363.31. The annual values per capita would be one Equivalent Uniform Annual Cost (CAUE) of R \$ 336.33, which means an incremental cost of R \$ 182.25 to install the system in housing developments and a reduction of R \$ 729.01 in Unified Health System (SUS). However, according to the Monte Carlo simulation (SMC), the results presented by traditional analysis are extremely optimistic and has just a 1% chance of happening.

Keywords: Economic feasibility analysis. Reactor. Risk.

Lista de figuras

Figura 1 (2) - Principais programas relacionados ao saneamento básico	28
Figura 2 (2) - Benefícios do sistema descentralizado de esgotos domésticos	33
Figura 3 (2) - Sistema compartimentado anaeróbio-aeróbio-anóxica	35
Figura 4 (2) - Biofilme para sistema de leito móvel	36
Figura 5 (3) - Fluxograma da metodologia	50
Figura 6 (4)- Entradas de Caixa de Breakeven	72
Figura 7 (4) – Figura 8 (4) - Sensibilidade do VPC ao Custo de Capital	73
Figura 8 (4) - Sensibilidade do CAUE ao Custo de Capital	74
Figura 9 (4) - Extremo Mínimo Distribuição do IGP-M	74

Lista de tabelas

Tabela 1 (2) - Dimensão dos sistemas compartimentados 1 e 2	36
Tabela 2 (3) - Investimento Inicial	53
Tabela 3 (3)- Redução do custo de água devido à utilização de água de reuso (Cenário 2)	53
Tabela 4 (3)- Consumo de Energia Elétrica por Sistema	54
Tabela 5 (3) - Substituição da bomba e do compressor por Sistema	54
Tabela 6 (3)- Custo de etanol na fase anóxica do tratamento do Sistema 2	55
Tabela 7 (3) - Taxa de depreciação	55
Tabela 8 (3) - Reajuste Anual do Fluxo de Caixa de acordo com o IGP-M	56
Tabela 9 (3) - Reajuste Anual do Fluxo de Caixa de acordo com o IGP-M	56
Tabela 10 (3) - Reajuste Anual do Fluxo de Caixa de acordo com o IGP-M (Taxa Constante)	56
Tabela 11 (3)- Entradas de Caixa Breakeven	62
Tabela 12 (4) - Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos com valores constantes - Custo de capital de 5%	66
Tabela 13 (4)- Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos com valores constantes - Custo de capital de 12%	66
Tabela 14 (4) - Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), a taxa constante até 2023 (ano 10) e valores constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 5%	68
Tabela 15 (4)- Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), a taxa constante até 2023 (ano 10) e valores constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 12%	68
Tabela 16 (4)– Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e a uma taxa constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 5%	69
Tabela 17 (4)- Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e a uma taxa constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 12%	70
Tabela 18 (4) - - Extremo Mínimo Distribuição do IGP-M	74
Tabela 19 (4) – Percentil do IGP-M (anual)	75
Tabela 20 (4) - Decil do Sistema 1 (Com Esgoto Bruto)	77
Tabela 21 (4) – Decil do Sistema 2 (Com Etanol)	78

Lista de quadros

Quadro 1 (2) - Resumo das variáveis que influenciam na cobertura do esgotamento sanitário	30
Quadro 2 (3) - Descrição das variáveis	52
Quadro 3 (3) - Entradas de Caixa Operacional	57

Lista de siglas e abreviaturas

PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
PNUD	Programa das Nações Unidas
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
RENTED	Rede Nacional de Tratamento de Esgotos Descentralizados
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNB	Universidade de Brasília
FUB	Fundação Universidade de Brasília
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
USP	Universidade de São Paulo
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
LSA	Laboratório de Saneamento Ambiental
VPL	Valor Presente Líquido
FVPA	Fator de Valor Presente de Anuidade
VAUE	Valor Anual Uniforme Equivalente
TIR	Taxa Interna de Retorno
CAUE	Custo Anual Uniforme Equivalente
VPLA	Valor Presente Líquido Anualizado
DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento Básico
CESB	Companhia Estadual de Saneamento Básico
BNH	Banco Nacional da Habitação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
FAT	Fundo de Amparo ao Trabalhador
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEF	Caixa Econômica Federal
ANA	Agência Nacional de Águas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento

ARPE
IGP-M
ANP

Agência de Regulação de Pernambuco
Índice Geral de Preços do Mercado
Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Lista de Símbolos

FC0: fluxo de caixa verificado na data zero, ou seja, o valor do investimento inicial.
FCj: representa o valor de entrada (ou saída) de caixa previsto para cada intervalo de tempo.
i: taxa de desconto ou taxa de juros.
n: período de tempo; número de períodos ou duração do projeto.
Cj: valor dos custos.
j: período em que as receitas ou os custos ocorrem.
ir: taxa de desconto;
r: taxa de desconto anual;
t: período de tempo que corresponde à vida útil do equipamento.
VPL: Valor Presente Líquido
r: Custo de capital
n: Número de anos
FC: Entrada de caixa anual
FC0: Investimento inicial

Sumário

1 Introdução	18
1.1 Contextualização do tema	18
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo geral	21
1.2.2 Objetivos específicos	21
1.3 Justificativa e contribuição do estudo	22
2 Referencial teórico	25
2.1 Saneamento Básico	25
2.2 Tratamento de esgoto descentralizado	31
2.3 Avaliação de investimentos	37
2.3.1 Fluxo de Caixa Descontado	37
2.3.2 Taxa Mínima de Atratividade	37
2.3.3 Valor Presente Líquido	39
2.3.4 Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)	41
2.4 Análise de Risco e Incerteza	43
2.4.1 Entradas de caixa de Breakeven	44
2.4.2 Análise de Sensibilidade	44
2.4.3 Simulação de Monte Carlo	45
3 Procedimentos metodológicos	50
3.1 Coleta de informações e montagem do fluxo de caixa	51
3.2 Método da análise dos dados	57
3.2.1 Taxa Mínima de Atratividade	58
3.2.2 Valor Presente de Custo	58
3.2.3 Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)	59
3.2.4 Valor Presente de Custo (VPC) e Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)	60
3.2.5 Entradas de Caixa de Breakeven	62
3.2.6 Análise de Sensibilidade	62
3.2.7 Simulação de Monte Carlo	63
4 Análise e discussão dos resultados	67
4.1 Análise Tradicional da Viabilidade Econômico-financeira	67
4.2 Entradas de Caixa de Breakeven	73
4.3 Análise de Sensibilidade	74
4.4 Simulação de Monte Carlo	76
5 Conclusões	79
6 Considerações finais	83
Referências	85
APÊNDICE A – Carta enviada aos bancos	92

1 Introdução

1.1 Contextualização do tema

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) elaborado de acordo com a Lei 11.445/07 do Governo Federal, sob a coordenação do Ministério das Cidades (art. 52), visa viabilizar os investimentos no âmbito governamental, estabelecer diretrizes nacionais e políticas federais para o saneamento básico, a fim de minimizar o déficit de investimento e universalizar o serviço de saneamento, que são de fundamental importância para a saúde pública e para o meio ambiente.

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (2011), estima-se que para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, R\$ 4,00 são economizados no tratamento das doenças oriundas da ausência de esgotamento sanitário. O Sistema Único de Saúde (SUS) calcula que as despesas com o tratamento de doenças relacionadas à falta de higiene cheguem a R\$ 300 milhões por ano.

Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas (PNUD), no mundo, a crise da água é a segunda principal causa de morte na infância, mata mais do que tuberculose e malária e seis vezes mais do que os conflitos armados. De acordo com o relatório, chega a 1,8 milhão o número de crianças menores de 5 anos que morrem vítimas de diarreias no mundo. Segundo os pesquisadores, aproximadamente 65% das internações de crianças menores de 10 anos no SUS, são causadas pela deficiência ou ausência de esgotamento sanitário e água potável. Isso causa anualmente a morte de 2,5 mil crianças menores de 5 anos, vítimas de doenças como parasitoses intestinais e diarreias (FUNASA, 2011).

A fim de reduzir as perdas humanas e ambientais, o PLANSAB visa ampliar em 93% a cobertura do saneamento básico das áreas urbanas no período de 20 anos, além de extinguir os esgotos sem tratamento através da implementação de sistemas centralizados e descentralizados de tratamento de efluentes.

Um sistema de tratamento de esgoto centralizado envolve coletores, interceptores e emissários, estações elevatórias, estações de tratamento e disposição de efluentes e lodo. Entretanto, apesar dos benefícios para a saúde e para o meio ambiente que podem ser alcançados em virtude da implantação do saneamento básico, o modelo de sistemas de esgotamento sanitário centralizado em vigor causa impactos ambientais negativos,

decorrentes da supressão de cobertura vegetal e das obras como poeira, ruídos, riscos de acidentes, ocorrência de odores fétidos em estações de tratamento de esgotos (ETE's), além dos impactos potenciais relativos à disposição do lodo, que pode contaminar o solo, as águas superficiais e subterrâneas (DELTA SANEAMENTO, 2015).

Já o sistema descentralizado apresenta-se como uma alternativa viável para o cumprimento desta meta porque alia tecnologias de sistemas de tratamento a sistemas de baixo custo de instalação, operação e manutenção. De acordo com Ros e Vrtovsek (1998), Lacalle et al (2001), Garbossa et al (2005) e Chernicharo (2006), a utilização de sistemas combinados anaeróbicos-aeróbio é viável porque requer uma área menor para sua implantação, menores custos operacionais e contribuem tanto para a preservação do meio ambiente como para a saúde pública através do controle de helmintoses e doenças entéricas.

Nesse sentido, a Rede Nacional de Tratamento de Esgotos Descentralizados (RENTED) está direcionada ao desenvolvimento de sistemas locais e descentralizados de manejo de águas residuárias de origem doméstica, incluindo aspectos de sustentabilidade e gerenciamento de subprodutos líquidos, sólidos e gasosos. O foco principal da Rede, que é financiada pela Finep e formada por pesquisadores de 13 universidades (UFSC, UFPE, UFC, UFSM, UEPB, UFMG, UFBA, UNB (FUB), UFPA, UFMS, USP, UFES, UFAL), consiste no desenvolvimento de soluções para tratamento de esgotos de moradias de interesse social, como o programa “Minha Casa Minha Vida”. A Rede está também possibilitando estudos de avaliação do ciclo de vida, análise de risco microbiológico e químico, além de análises de viabilidade econômica de sistemas descentralizados unifamiliares e multifamiliares (BRASIL e FEESC, 2015).

Como integrante da RENTED, o Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) está desenvolvendo dois tipos de sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical para remoção de carbono e nitrogênio: (1) que na fase anóxica recebe o esgoto bruto como doador de elétrons para promover a desnitrificação; (2) que na fase anóxica recebe etanol como doador de elétrons para promover a desnitrificação. Esses sistemas pretendem tratar o esgoto de modo descentralizado e almejam, a partir de uma técnica simples e de fácil instalação, reduzir o impacto ambiental negativo e aliar o baixo custo com um elevado retorno ambiental, social e econômico.

Baseado nisso, o propósito deste estudo será avaliar a viabilidade econômico-financeira dos sistemas de manejo de águas residuárias de origem doméstica em

empreendimentos habitacionais de interesse social, como o programa “Minha Casa Minha Vida”, através de métodos tradicionais de avaliação de investimentos e da simulação de Monte Carlo.

Os métodos tradicionais de avaliação de investimento mais utilizados são: valor presente líquido (VPL); valor anual uniforme equivalente (VAUE); taxa interna de retorno (TIR); payback e índice de rentabilidade (ou índice benefício/custo). Para efeitos do estudo em foco, foram utilizados os métodos do Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente de Custo (VPC) e o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE). Além disso, foram realizadas as análises de risco e incerteza através das entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo.

É importante ressaltar que os sistemas compartimentados avaliados por este estudo são equipamentos que não visam o ganho financeiro, nem a obtenção de lucro, visto que não há geração de receita. O objetivo destes sistemas é reduzir os custos de instalação, manutenção e operação dos sistemas de tratamento de esgotos a fim de viabilizar a implementação do saneamento básico em moradias de interesse social.

Apesar de não haver ganhos financeiros diretos com os sistemas, pelo fato de não haver receitas, os sistemas apresentam retornos econômicos, ambientais, sociais e técnicos. Os retornos previstos pela implementação de um esgotamento sanitário adequado seriam a melhoria da saúde da população e a redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças infecciosas e entéricas; a diminuição dos custos de tratamento da água para abastecimento; a melhoria do potencial produtivo das pessoas; a dinamização da economia e geração de empregos; a eliminação da poluição estética/visual, que promoveria a qualidade de vida; o desenvolvimento do turismo local; a conservação ambiental; e, por fim, a melhoria da imagem institucional. (ESGOTO É VIDA, 2014).

Outrossim, os efeitos positivos podem refletir também na economia por meio da valorização dos imóveis residenciais e comerciais; crescimento da atividade de construção civil para atender ao aumento da procura por imóveis residenciais e comerciais num bairro mais “saudável”; crescimento de negócios já instalados; viabilização para novos negócios; criação de novos empregos a partir da dinamização da construção civil, da abertura de novos negócios ou do crescimento daqueles já existentes; e, com isso, o aumento da arrecadação de tributos. (ESGOTO É VIDA, 2014).

Contudo, ainda que estes benefícios sejam de grande importância para a sociedade e para o meio ambiente, eles não serão mensurados neste estudo por serem de uma grandeza macro e, dessa forma, extrapolarem os objetivos propostos para esta pesquisa que visa a responder a seguinte pergunta: *Qual é o impacto financeiro para implementar um sistema compartimentado anaeróbio/aeróbio/ anóxica vertical de manejo de águas residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais de interesse social?*

Tendo em vista a proposta de pesquisa, a seguir os objetivos.

1.2 Objetivos

O objetivo geral e os específicos foram desenvolvidos com o propósito de responder à pergunta de pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a viabilidade econômico-financeira dos sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical de manejo de águas residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais de interesse social, como o programa “Minha Casa Minha Vida”.

1.2.2 Objetivos específicos

Para ajudar a alcançar o propósito desta pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos como:

- Avaliar a viabilidade econômico-financeira do sistema compartimentado anaeróbio/aeróbio/anóxica utilizando o esgoto bruto como fonte de carbono na fase anóxica (sistema 1) através do Valor Presente Líquido, Valor Presente de Custo e Custo Anual Uniforme Equivalente.
- Avaliar a viabilidade econômico-financeira do sistema compartimentado anaeróbio/aeróbio/anóxica utilizando o etanol como fonte de carbono na fase anóxica (sistema 2) através do Valor Presente Líquido, Valor Presente de Custo e Custo Anual Uniforme Equivalente.

- Avaliar as incertezas e o risco inerentes ao projeto por meio das entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e da Simulação de Monte Carlo.

1.3 Justificativa e contribuição do estudo

Segundo Lanzer e Wolff (2005), a instalação de um sistema de tratamento de esgoto é importante porque elimina valas de esgoto a céu aberto, protege os mananciais, segurando uma melhor qualidade no abastecimento de água para a população, evitando, assim, riscos potenciais à saúde, bem como a formação de gases mal odorantes que causam desconforto à população e aos turistas. Ademais, um esgotamento sanitário adequado contribui para o desenvolvimento sustentável, atuando diretamente sobre a saúde pública de forma preventiva, reduzindo ou eliminando doenças e agravos (LIMA, 2008).

Segundo Morais, Florencio e Kato (1999), o sistema de esgotamento e tratamento descentralizado é uma alternativa viável porque atende a demanda por esgotamento sanitário supracitada e permite a construção das unidades de coleta de modo gradativo, à medida que haja disponibilidade de recursos financeiros.

Neste sentido, este estudo visa realizar uma avaliação econômico-financeira dos sistemas de manejo de águas residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais de interesse social, como o programa “Minha Casa Minha Vida” através de métodos tradicionais de avaliação de investimentos, entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e da Simulação de Monte Carlo.

A avaliação do investimento será realizada a partir da consideração de diversos fatores que são itens indispensáveis a uma boa avaliação como custo do capital, custo de instalação, custo operacional, custo de manutenção, tarifas, rentabilidade, oportunidades, volumes operados, taxas de risco e taxas de atratividade. Essas variáveis, se bem dimensionadas, minimizam as incertezas, maximizam a criação de valor e contribuem para a perpetuação do investimento (MARQUEZAN E BRONDANI, 2006).

A avaliação de investimento na pesquisa procede-se, em primeiro lugar, a uma quantificação do Valor Presente Líquido do Fluxo de Caixa de cada sistema. Segundo Brealey, Myers e Allen (2013), 75% das organizações utilizam o Valor Presente Líquido (VPL) como método de avaliação de investimento e instrumento de tomada de decisões.

Corroborando com Pereira e Securato (2013, p.03) de que “o valor presente líquido é uma das técnicas mais utilizadas para racionalizar a decisão de investimento”.

A técnica é bastante utilizada em projetos onde a incerteza é pequena e é considerada por Brealey e Myers (2005), Ross, Westerfield e Jaffe (2004), Rappaport (1997) e Copeland, Koller e Murrin (2000) como superior às demais na seleção de projetos de investimento e apresenta a melhor abordagem para avaliar projetos, descreve Minardi e Saito (2007).

Além disso, o VPL pode ser utilizado nos casos em que o fluxo de caixa for negativo, através da técnica do Valor Presente de Custo (VPC) e o Custo Anual uniforme Equivalente (CAUE). O Valor Presente de Custo (VPC) permite identificar a alternativa de menor custo. Enquanto que, o Custo Anual uniforme Equivalente (CAUE) distribui ao longo da vida útil todos os valores existentes no fluxo de caixa, transformando-os em uma única série uniforme (R) de pagamentos.

Autores como Brobouski et al (2004), Santos e Pamplona (2005), Minardi e Saito (2007), Oliveira (2008), Saito, Távora Júnior e Oliveira (2010), Gomes e Mól (2013), Ozorio et al (2013) utilizam a VPL como método principal ou como pré-requisito e base comparativa para as técnicas mais sofisticada como Teoria das Opções Reais, Simulação de Monte Carlo e Árvore de Decisão. Isso ocorre pelo fato de o método determinístico de avaliação de investimento não captar com precisão o valor econômico do investimento em um ambiente de incerteza e de rápidas mudanças.

Neste estudo será utilizada a simulação de Monte Carlo como avaliação do risco no intuito de analisar a sensibilidade do VPL às variações dos elementos importantes no cálculo de cada fluxo de caixa. Isso é importante porque permite o estabelecimento de três cenários (pessimista, provável e otimista) pela curva de frequência acumulada das variáveis escolhidas pela análise de sensibilidade. Com isso, através dos níveis de confiança de 10%, 50% e 90% para o percentil, é possível quantificar as probabilidades de cada evento, e consequentemente o sucesso de cada um.

Os resultados obtidos com a avaliação de investimento desse estudo almeja contribuir com a Rede Nacional de Tratamento de Esgotos Descentralizados (RENTED) que está possibilitando estudos de viabilidade econômica de sistemas locais e descentralizados de manejo de águas residuárias unifamiliares e multifamiliares de origem doméstica, incluindo aspectos de sustentabilidade e gerenciamento de subprodutos líquidos, sólidos e gasosos

através do desenvolvimento de soluções para tratamento de esgotos de moradias de interesse social (BRASIL e FEESC, 2015).

Ademais, pretende-se produzir uma contribuição à prática de análise de investimentos e disponibilizar uma ferramenta referencial ao processo de tomada de decisão em matéria de investimentos relacionados a estações de tratamento de esgoto descentralizado, a partir das constatações do estudo realizado.

Para isso, na próxima seção será apresentada uma revisão de literatura sobre os temas julgados relevantes para o desenvolvimento deste estudo, como saneamento básico, estação de tratamento de esgoto descentralizado e avaliação de investimento.

2 Referencial teórico

Neste capítulo será conduzida uma revisão acerca do setor de saneamento básico no Brasil, abordando o caminho percorrido por este até a utilização de sistemas de tratamento de esgoto descentralizados, de modo particular, o sistema compartimento aeróbico-anaeróbico-anóxica vertical, objeto de análise deste estudo. Além disso, será feita uma revisão sobre a avaliação de investimento e análise de risco e incertezas, que serão utilizadas para avaliar a viabilidade econômico-financeira do sistema compartimento no tratamento 1 e no tratamento 2.

2.1 Saneamento Básico

No Brasil, de 1850 a 1930, os serviços de saneamento básico eram prestados por concessionárias estrangeiras com a permissão do Estado. Contudo, devido ao crescimento acelerado da população urbana e do setor industrial no país, requereu-se um incremento de investimentos no setor. Dessa forma, em 1934 iniciou-se a intervenção estatal e o processo de nacionalização das concessionárias estrangeiras por meio do decreto 24.643/1934, que promulgou o código das Águas, deu ao governo a possibilidade de fixar tarifas e os investimentos passaram a ser oriundos do orçamento governamental (LUCENA, 2014).

Em 1940, foi criado o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), que teria por finalidade promover, orientar, superintender, estudar, projetar, executar, contratar, fiscalizar e instruir todos os empreendimentos ou assuntos relativos à construção, melhoramento, conservação, modificação e exploração de obras de saneamento e defesa contra inundações (LUCENA, 2014).

Em 1971, surgiu o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANASA), que definiu as diretrizes e instrumentos da política para o saneamento, e exigia dos Estados a criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB) sob forma de economia mista e a concessão de serviços municipais aos Estados (DA CÁS, 2009).

O Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que foi instalado em 1968 pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), de modo experimental, e em 1971 de maneira formal, melhorou o abastecimento de água, porém nada contribuiu para reduzir o déficit na área de coleta e tratamento de efluentes (LEONETI, PRADO, OLIVEIRA, 2011).

Segundo Salles (2008, p. 161),

o modelo PLANASA foi responsável pelo desenvolvimento e fortalecimento de Companhias Estaduais de Saneamento que foram, em grande parte responsáveis pelo aumento da cobertura dos serviços, principalmente de abastecimento de água, nas décadas de 70 e 80. A partir dos anos noventa, com a democratização do país, intensificou-se o processo de descentralização que, no setor saneamento, expressou-se no debate sobre a titularidade do poder concedente e observou-se uma grande diversidade de formas jurídicas de prestação de serviços, inclusive privados.

O censo de 1970 registrava que 26,7 milhões de brasileiros, correspondente a 50,4% da população urbana, eram abastecidos com água potável, e 10,1 milhões, correspondente a 20% da população, eram atendidos pela rede de esgotos. Em 1985, de acordo com a Pesquisa Nacional de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o PLANASA aumentou em 56 milhões de pessoas abastecidas com água potável, totalizando em 82,8 milhões de brasileiros, que correspondia a 87% da população urbana na época (MONTEIRO, 1993).

Em resumo, no período de 1964 a 1985, houve a centralização administrativa das operadoras de saneamento básico, então subordinadas aos estados, e a diminuição da atuação dos governos locais, que se tornaram simples gestores da política central. Os recursos do setor passaram a ser geridos pelo então Banco Nacional da Habitação (BNH) através do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) (DA CÁS, 2009).

Na década de 80, de modo geral, houve uma diminuição de investimentos no setor devido à escassez de recursos públicos, ao aumento do endividamento estatal, e à extinção do BNH, que acarretou no desgaste do Sistema Nacional de Saneamento Básico (TRATA BRASIL, 2013).

Segundo Da Cás (2009), o Estado após a crise de 1980 e a Constituição de 1988, visou redefinir o seu papel e devolveu ao poder local a responsabilidade de políticas públicas que antes eram centralizadas pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) através do PLANASA.

Ainda, segundo o autor, baseado nos dados do PMSS/SNIS (2003), para implantar esta nova política, o governo Federal em 1995 criou o Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), que funcionou até fevereiro de 2010. O programa contribuiu com investimentos em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, e tinha como objetivo principal a atuação no apoio técnico à União, aos Estados e aos municípios para a

formulação de políticas públicas e para o estabelecimento de um novo marco regulatório que abordasse questões essenciais relativas aos serviços de saneamento no país.

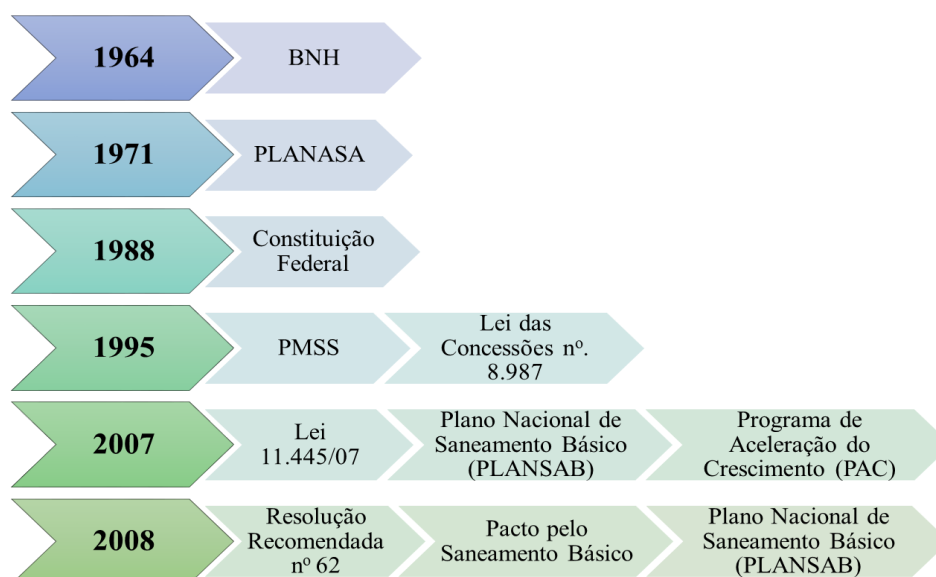
Ademais, em 1995 foi promulgada a lei das Concessões nº 8.987, que favoreceu a abertura de novas perspectivas, ampliou e promoveu a flexibilização quanto à prestação de serviços públicos, propiciando a participação do setor privado, principalmente no âmbito dos serviços microrregionais, na sua maioria em municípios com população inferior a 20.000 habitantes, predominantemente na região Norte.

Segundo Saiani e Toneto Júnior (2010), no início da década de 2000, os investimentos não alcançaram o nível adotado como ideal, e as possibilidades de atingir esses objetivos nos próximos anos são mínimas, em decorrência de várias questões dos âmbitos institucional, fiscal e interno, que limitam a expansão dos investimentos. Os fatores pontuados como entraves são:

- (i) problemas institucionais – fragmentação das responsabilidades e dos recursos federais, indefinições regulatórias, irregularidades contratuais –;
- (ii) poucas fontes alternativas de financiamento;
- (iii) baixa eficiência operacional e financeira (fraco desempenho) dos prestadores de serviços;
- (iv) regras fiscais – metas de superávit, limites de endividamento e contingenciamento de crédito ao setor público – e
- (v) alta tributação (SAIANI E TONETO JÚNIOR, 2010, p.105).

Em 2007, para viabilizar os investimentos no âmbito governamental, foi promulgada a Lei 11.445/07, que estabelece as diretrizes nacionais e a política federal de saneamento básico. Em seu art. 52, a lei 11.445/07 atribui ao Governo Federal, sob a coordenação do Ministério das Cidades, a responsabilidade pela elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Além disso, através da implantação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o setor de infraestrutura recebeu novos investimentos oriundos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE e CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2014).

Em 2008, o Conselho das Cidades aprovou, por meio da Resolução Recomendada no 62, o Pacto pelo Saneamento Básico, que marcou o início da elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico.

Figura 1 (2) - Principais programas relacionados ao saneamento básico

Fonte: Elaboração Própria

Em 2013, foi aprovado pelo Conselho das Cidades um investimento previsto de R\$ 508,5 bilhões para abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto e lixo e ações de drenagem. Quando se trata de ações de coleta e tratamento de esgoto, o PLANSAB tem a meta de atender 93% das áreas urbanas no período de 20 anos e extinguir os esgotos sem tratamento (ASSEMAE, 2014). Logo, não será mais permitido o escoamento de esgotos no meio ambiente visando diminuir a contaminação de rios e córregos que sofrem com esse problema. Segundo Leoneti, Prado e Oliveira (2011), a projeção seria de investir 11 bilhões por ano até 2025.

Entretanto, o governo federal manteve desde 1999 um número de políticas restritivas fiscais e creditícias que definem um desembolso limitado de crédito para as companhias do setor público. Essas limitações afetaram tanto as instituições de crédito federais quanto os municípios menos favorecidos que necessitaram de técnicos habilitados para atender aos pré-requisitos e às normas dos principais fomentadores do setor que são o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Caixa Econômica Federal (CEF). Além disso, devido à ausência de normas claras desde a concessão até a estrutura de tarifas, reduziram a possibilidades de investimentos anuais no setor, inclusive de investimentos privados (DA CÁ, 2009).

No entanto, a justificativa de que ausência de investimento no setor ocorre devido à “falta de recursos financeiros” não se sustenta, visto que foram investidos 40 bilhões no

período de 2007 a 2010 oriundos do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC/Saneamento. Além disso, o Programa acrescentou:

...novos critérios setoriais e regionais no processo de contratação dos recursos, além de incluir mudanças no modelo de coordenação e nas formas de integração interinstitucional existentes no âmbito do Governo Federal, inclusive quanto ao processo de monitoramento e avaliação das inversões realizadas (MELLO, 2008).

Ainda segundo Mello (2008), os recursos vêm crescendo em termos absolutos e relativos desde 1995, logo o que ocorre é que não há, por parte das Companhias Estaduais de Saneamento, projetos de expansão para as áreas pobres, programa de correção de perdas, ou seja, preocupação no campo da eficácia e eficiência.

O padrão de investimentos e o índice de cobertura no setor, principalmente no tipo de esgoto via rede geral, recebe a influência da renda, visto que a deficiência de cobertura impõe elevados custos ao sistema econômico pelas horas não trabalhadas, despesa fiscal no sistema de saúde, custo organizacional do setor público na gestão de um sistema ultrapassado, impactos ambientais e redução da qualidade de vida da população. Esses fatores afetam diretamente o desenvolvimento e a competitividade do país. Além da renda, outras variáveis impactam na cobertura do esgotamento sanitário, conforme o Quadro 1 (DA CÁS, 2009):

Quadro 1 (2) - Resumo das variáveis que influenciam na cobertura do esgotamento sanitário

<i>Variável</i>	<i>Impacto</i>	<i>Causa / Consequência</i>
Renda do município	Forte correlação	Capacidade de financiamento e de pagamento da operadora.
Renda per capita	Não é significativa estatisticamente	Os municípios que já possuem rede recebem mais recursos que aqueles que não possuem rede geral, já que é mais fácil expandir do que iniciar o processo de cobertura, pois, além dos recursos institucionais, o consumo da população ajuda no crescimento e financiamento da rede.
Pobreza, Educação Densidade populacional	Estatisticamente significativa	Municípios menos desenvolvidos economicamente detêm indicadores piores e carecem de uma atenção rigorosa por parte do Estado.
Taxa de urbanização e proporção de domicílios com água encanada	Estatisticamente significativa	A cobertura via rede geral em áreas rurais e em municípios com baixa densidade populacional é muito baixa. Ademais, a expansão de rede geral de água ocorre muitas vezes em detrimento da cobertura de esgoto.
Idade do município	Estatisticamente significativa	Pode-se supor que um município antigo tenha passado por diversas legislaturas, sendo, assim, mais provável que já tenha esgotamento sanitário via rede geral, pois o fornecimento deste tipo de serviço demanda, além de outros aspectos, vontade política.

Fonte: Baseado no estudo de Da Cás (2009)

Segundo o relatório “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil” (2013), divulgado pela Agência Nacional de Águas (ANA), no Brasil houve um aumento no volume de esgoto tratado em relação ao volume de esgoto produzido de 10% entre os anos de 2000 a 2008. Todavia, o volume de esgoto tratado, na razão m³/dia, corresponde a 21% do volume produzido no ano 2000 e a 30% do volume produzido no ano 2008.

Ainda, de acordo com este relatório, a maioria do esgoto, cerca de 52%, é tratado pelo tipo de tratamento secundário. Neste tipo de tratamento, predominam os mecanismos biológicos, e o objetivo é, principalmente, a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes como nitrogênio e fósforo. Cerca de 21% do volume de esgoto tratado foi através do tratamento preliminar, que objetiva principalmente a remoção de sólidos grosseiros e de areia, por meio de mecanismos de ordem física. E 17% foram através do tratamento primário, ou seja, por meio de mecanismos de ordem física, que visa à remoção de sólidos flutuantes como graxas e óleos, a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica.

Apenas 10% do volume de esgoto foram tratados através do tratamento terciário, que objetiva a remoção de poluentes específicos, ou ainda remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. A remoção de nutrientes e de organismos patogênicos pode ser considerada como integrante do tratamento secundário ou do tratamento terciário, dependendo do processo adotado.

Para suprir essa deficiência e tratar os efluentes de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira através da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/2005, alguns autores como Ros e Vrtovsek (1998); Lacalle et al (2001); Garbossa et al (2005) e Chernicharo (2006) têm proposto sistemas combinados anaeróbicos-aeróbios com menos exigência de área requerida para implantação e menores custos operacionais.

Neste sentido, a Rede Nacional de Tratamento de Esgotos Descentralizados (RENTED) visa ao desenvolvimento de sistemas locais e descentralizados de manejo de águas residuárias de origem doméstica, de interesse social e programas como o “Minha Casa Minha Vida”, incluindo aspectos de sustentabilidade e gerenciamento de subprodutos líquidos, sólidos e gasosos (BRASIL e FEESC, 2015).

Esta alternativa de tratamento de esgoto local e descentralizado será discutida na próxima subseção.

2.2 Tratamento de esgoto descentralizado

Esgoto ou efluentes são todos os despejos líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. De modo particular, este

trabalho irá avaliar a viabilidade econômico-financeiras dos sistemas compartimentados que visam o tratamento dos esgotos domésticos que são despejos líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas (ABNT-NBR 9648, 1986).

Os efluentes são classificados de acordo com a origem e a composição, conforme exposto abaixo:

1. Efluentes domésticos ou sanitários: Caracterizam-se por possuírem uma alta carga de matéria orgânica e substâncias empregadas, como material de limpeza;
2. Efluente industrial: Sua composição varia em função da atividade industrial;
3. Efluente agrícola: Em geral são compostos ricos em nitrogênio, fósforo e enxofre, provenientes de adubos e substâncias químicas tais como inseticidas, fungicidas e herbicidas. Os poluentes decorrentes das atividades agrícolas atingem os corpos d'água após passarem pelo solo, de onde são retirados pela ação das águas de corrimento superficial e subterrâneas;
4. Efluentes pluviais urbanos: São os carregados pela lavagem do ambiente urbano, promovida pelas águas de chuvas. São formados por detritos orgânicos, fuligem e hidrocarbonetos dos combustíveis, óleos e graxas dos veículos, além de inúmeras substâncias provenientes do desgaste dos pneus, asfalto e construções em geral;
5. Efluente de depósito de resíduos sólidos: Entre os vários depósitos de resíduos sólidos, os chamados “lixões”, produzem um efluente extremamente concentrado em matéria orgânica e outras substâncias químicas e metais pesados. Muitas destas substâncias são geradas em processos de degradação aeróbica e anaeróbica que ocorrem nesses lugares.

Existem duas alternativas para tratar os efluentes, através de um sistema centralizado e dos sistemas descentralizados. Os sistemas centralizados são aplicados, principalmente, em regiões com elevada densidade populacional e tem por objetivo tratar grandes volumes de esgotos domésticos. Enquanto que os sistemas descentralizados visam coletar, tratar, destinar e reutilizar o efluente tratado próximo ao local de geração (SANTOS, 2013).

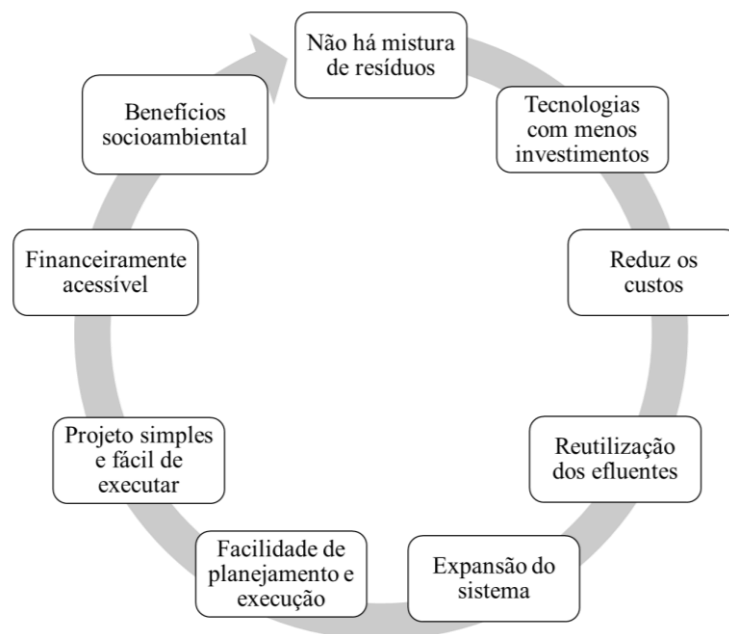
Esta proximidade dos sistemas descentralizados permite que o efluente tratado possa ser utilizado em: (i) irrigação de campos de esportes, praças etc.; (ii) usos paisagísticos; (iii) descarga de toaletes; (iv) combate a incêndios; (v) lavagem de automóveis; (vi) limpeza de ruas; (vii) usos na construção (PROSAB, 2006). Esse sistema mostra-se viável para atender residências, condomínios, hotéis, vilarejos, comunidades, bairros, pequenos municípios rurais

e periurbanos que não sejam servidos por um sistema de esgotamento sanitário e que possuam entre 5.000 e 10.000 habitantes (LIMA, 2008).

De modo geral, as estações descentralizadas são mais sustentáveis, eficientes e compactas, possuem um custo de implantação inferior, que permite uma multiplicação no número de sistemas e, conseqüentemente, de pessoas favorecidas pelo saneamento básico.

Segundo Naphi (2004), o sistema descentralizado é um sistema de esgotos domésticos que são financeiramente mais acessíveis, socialmente responsáveis e ambientalmente benéficos, visto que não há mistura dos resíduos industriais com os domésticos; utiliza tecnologias com menos investimentos em manutenção; reduz os custos, uma vez que não necessita de utilização de canais para o transporte dos resíduos; o efluente tratado está prontamente disponível para reutilização; possibilita a expansão do sistema; facilidade de planejamento e execução, já que os projetos são simples; há possibilidade de empregar diferentes estratégias de gestão financeiramente e ambientalmente eficientes (Figura 2).

Figura 2 (2) - Benefícios do sistema descentralizado de esgotos domésticos



Fonte: Baseado nos estudos de LIMA (2008)

De acordo com Hoffman (2004), o sistema descentralizado pode ser considerado um sistema de tratamento com baixo custo de instalação, operação e manutenção. A operação destes sistemas ocorre de forma simples, robusta e eficiente.

Contudo, é preciso ressaltar que:

- Os custos de investimento são determinados pelas dimensões e material de construção do sistema, o tipo de equipamento utilizado e o valor do terreno onde a estação será construída;
- Os custos da operação aumentam com a alta necessidade de energia e com a elevada produção de lodo;
- A exigência de uma operação e manutenção simples significa que deve existir um planejamento bem praticável, um equipamento resistente de boa qualidade e pouca necessidade de operação;
- O funcionamento "robusto" se refere à capacidade de absorver as variações de carga no sistema. Geralmente ocorrem picos de vazão nas estações descentralizadas e um pico, como uma sobrecarga hidráulica, pode causar problemas biológicos de funcionamento em sistemas que tenham pouca flexibilidade, podendo até causar a diminuição da eficiência do sistema, especialmente no caso de processo que contemple a remoção de nutrientes.

Em resumo, Metcalf & Eddy (2003), diz que os sistemas descentralizados, mesmo aqueles construídos para menores populações, os quais se caracterizam por vazões não equilibradas, exigem um funcionamento muito estável e devem ter a mesma eficiência que os sistemas centralizados, contudo apresentam baixos custos de operação e implantação. Quanto menor o número de habitantes atendidos, mais flexível deve ser o processo para variações de carga e vazão e mais robusto no sentido de pouca operação e manutenção.

Nessa direção, este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade econômica dos sistemas descentralizados de manejo de águas residuárias através dos:

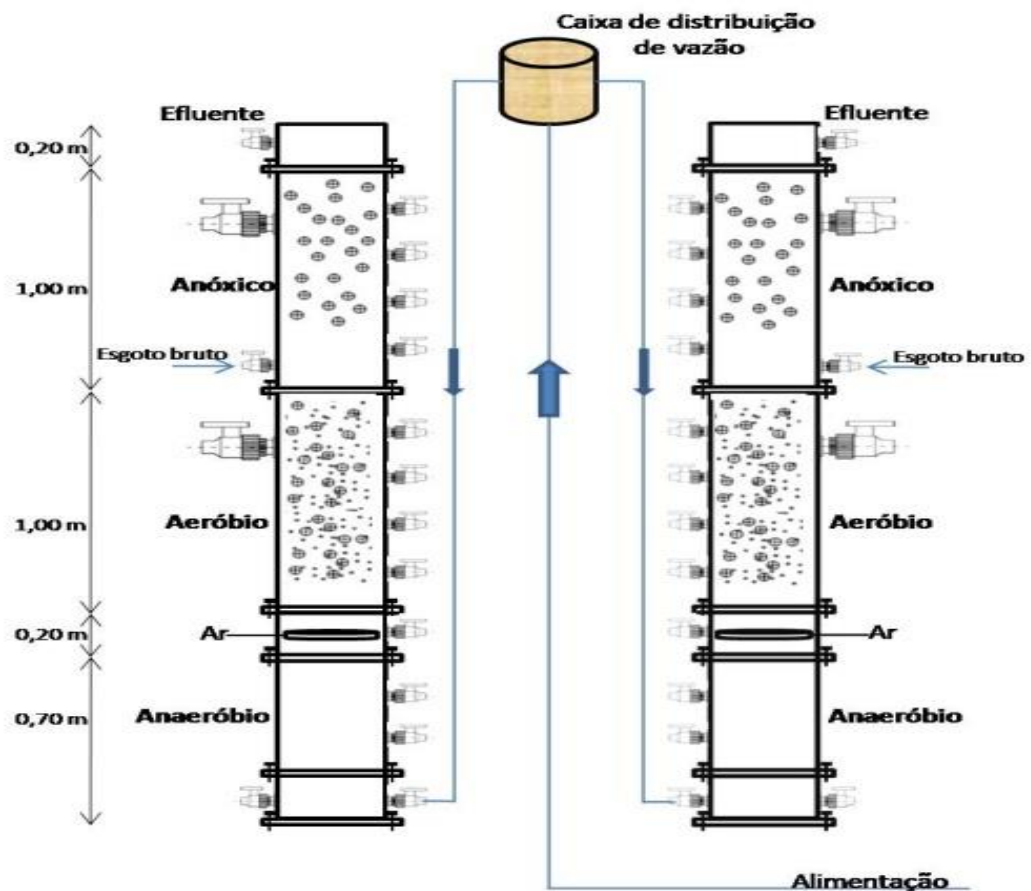
1. Sistema compartimentado anaeróbio, aeróbio e anóxica para a remoção de carbono e nitrogênio usando como fonte de carbono, na fase anóxica, o esgoto bruto;
2. Sistema compartimentado anaeróbio, aeróbio e anóxica para a remoção de carbono e nitrogênio usando como fonte de carbono, na fase anóxica, o etanol.

Esses sistemas realizam um tratamento terciário que visa a remoção de carbono, nitrogênio e ovos helmintos por meio de um sistema compartimentado vertical dividido em três compartimentos, conforme Figura 3.

No primeiro compartimento ocorre a fase anaeróbio, isso quer dizer que o tratamento é realizado por bactérias que não necessitam de oxigênio para o crescimento, são capazes de

remover a matéria orgânica e promover a amonificação parcial dos compostos nitrogenados. No segundo compartimento acontece a fase aeróbio que, ao contrário da fase anterior, o tratamento é realizado por bactérias que necessitam de oxigênio para o crescimento e são capazes de remover a matéria orgânica remanescente além de promover a nitrificação dos compostos amonificados. No último compartimento ocorre a fase Anóxica que visa a desnitrificação através do esgoto bruto (Sistema 1) ou Etanol (Sistema 2) como doador de elétrons. Segundo SANTOS (2004), o etanol justifica-se por se mostrar mais eficiente como doador de elétrons durante a disnitrificação.

Figura 3 (2) - Sistema compartimentado anaeróbio-aeróbio-anóxica

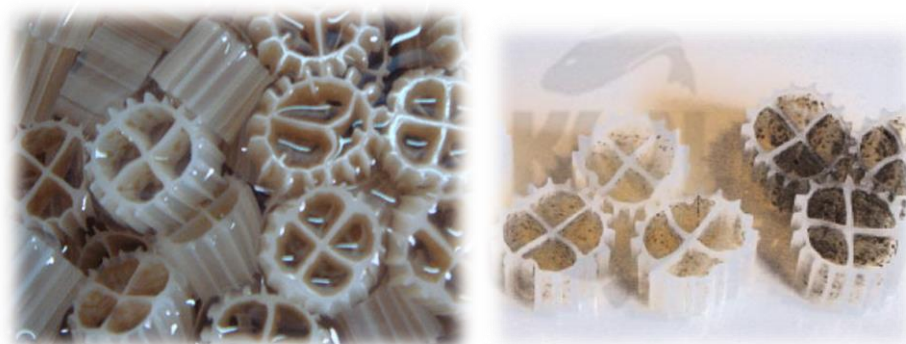


Fonte: Laboratório de Saneamento Ambiental (2014)

Pretende-se, com estes sistemas, avançar no conhecimento dos sistemas combinados anaeróbio-aeróbio-anóxica, com os compartimentos aeróbio e anóxica operando com sistemas Moving Bed Biofilm Reactor - MBBR, ou seja, o sistema utiliza biofilme aderido em meio

suporte de leito móvel do Tipo K3, que é responsável pela fixação das colônias de bactérias que atuam na depuração do efluente durante o processo, conforme Figura 4 abaixo:

Figura 4 (2) - Biofilme para sistema de leito móvel



Fonte: Laboratório de Saneamento Ambiental (2014)

O projeto piloto está sendo desenvolvido junto à Estação de Tratamento de Esgoto da Mangueira na Região Metropolitana de Recife. Ele tem como objetivo estabelecer uma tecnologia de tratamento alternativa, compacta e de baixo custo que produza efluente tratado conforme padrão de emissão estabelecido na legislação brasileira, a nível Federal, pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/2005 e conforme a demanda da RENTED.

Os sistemas compartimentados (Figura 3) realizam o tratamento em 10 (dez) horas, têm a capacidade de atender a uma população com 10 habitantes e um volume de 0,39 (m³) no modelo piloto e possuem as seguintes dimensões:

Tabela 1 (2) - Dimensão dos sistemas compartimentados 1 e 2

	Dimensão
Altura (m)	3,10
Diâmetro (m)	0,40
Área do terreno (m ²)	2,25
Volume do sistema (m ³)	0,39

Fonte: Elaboração Própria

Na próxima seção, será realizada uma revisão sobre a avaliação de investimento, que descreverá os métodos que serão utilizados para avaliar a viabilidade econômica - financeira do sistema compartimentado no tratamento 1 e no tratamento 2.

2.3 Avaliação de investimentos

Segundo Assaf Neto (1992), avaliação de investimentos é um estudo que se refere às decisões de aplicações de capital em projetos que garantam retornos por vários períodos consecutivos. De modo que, em determinado período, uma empresa possa ser considerada como um conjunto de projetos de investimento em diferentes fases de execução. Sendo assim, o objetivo financeiro, ao avaliar as alternativas de investimento, passa a ser o de maximizar a contribuição marginal desses recursos de capital a fim de promover o incremento da riqueza.

Segundo Damodaran (2007) e Araújo e Baidya (2004), para ter um investimento sólido, o princípio fundamental é a determinação do preço justo. Isso significa que o valor alcançado deve ser mantido pela realidade, ou seja, que o preço a pagar por determinado ativo reflita os fluxos de caixa a serem gerados. É importante ressaltar que, mesmo que haja diferenças das técnicas de avaliação de ativo para ativo, os princípios básicos são os mesmos, assim como a incerteza inerente à avaliação (DAMODARAN,2009).

Segundo Fonseca (2015), os investimentos em ativos reais é uma das mais importantes decisões econômicas, devido ao impacto que causam no futuro econômico de uma sociedade. Esse tipo de investimento está relacionado à determinação de aumentar ou não o estoque de capital da empresa através da aquisição ou ampliação de instalações físicas, máquinas, equipamentos, ou até mesmo investimento em capital humano por meio de treinamento, capacitação ou contratação, desde que sejam elementos utilizados para produção de bens e/ou serviços pela empresa.

Segundo Pindyck (1988), grande parte, ou até mesmo a totalidade dos gastos com investimentos em projetos reais é irreversível. Dessa maneira, a maior dificuldade ao se elaborar uma análise de um projeto de investimento é combinar os dados presentes, de modo que, com que as variações futuras em custos, receitas e horizonte de planejamento, entre outras, sejam consideradas na análise. Com isso, o processo decisório de uma empresa torna-se complexo, visto que as estimativas e cálculos devem refletir as informações disponíveis de maneira ampla e concisa (OLIVEIRA, 2008).

De modo que, é necessária uma adequada previsão de fluxos futuros de caixa. Para isso, é importante tomar algumas precauções na elaboração do fluxo, a começar com os custos irre recuperáveis que devem ser ignorados, já que são custos relacionados a despesas incorridas

no passado e não devem ser consideradas como saída incremental de caixa. Sendo assim, não devem influenciar na decisão de aceitar ou rejeitar o projeto (FONSECA,2015).

Por outro lado, os efeitos colaterais do projeto analisado sobre outras unidades da empresa devem ser considerados, assim como as despesas gerais adicionais que resultarão do novo projeto e a estimativa de créditos incobráveis e, por fim, as necessidades de capital de giro que devem ser consideradas como uma saída de caixa causada pelo investimento. Em seguida, é realizada a montagem do fluxo de caixa operacional com as projeções sobre o faturamento esperado, custos de operação, depreciação, apuração dos impostos (quando houver) e retornando o valor da depreciação. Por fim, identifica-se a necessidade de capital de giro e o investimento necessário (FONSECA,2015).

Após a montagem do fluxo de caixa, Damodaran (2009) sugere a avaliação por Fluxo de Caixa Descontado (FCD), subseção 2.3.1, que relaciona o valor de um ativo ao valor presente dos fluxos de caixa futuros previstos desse ativo e é a base sobre a qual se constroem as abordagens de avaliação relativa e avaliação de direitos contingentes.

2.3.1 Fluxo de Caixa Descontado

Segundo Damodaran (2007 p.12), Fluxo de Caixa Descontado (FCD) é uma ‘abordagem que tem sua fundamentação no “valor presente”, onde o valor de qualquer ativo é o valor presente dos fluxos de caixa futuros dele esperados’. Dessa forma, o valor de um ativo será uma função dos fluxos de caixa previstos para aquele ativo e irão variar de ativo para ativo. A taxa de desconto será uma função do grau de risco dos fluxos de caixa calculado, com taxas mais altas para ativos de risco mais elevado, e mais baixa para as mais seguras. Ou seja, a taxa de desconto utilizada para mensurar o valor presente dos fluxos de caixa esperados deve refletir a incerteza.

2.3.2 Taxa Mínima de Atratividade

O método do Valor Presente Líquido está embasado em fluxos de caixa descontados a uma determinada taxa. Esta taxa é conhecida como a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) utilizada para avaliar a possibilidade de o investimento estar perdendo a oportunidade de ganhar retornos pela aplicação do mesmo capital em outros projetos. Assim, para que a nova proposta seja atrativa, precisa render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de baixo risco. (CASAROTTO FILHO e KOPITTKE, 2006).

Segundo Assaf Neto (1992, p.02), a taxa de atratividade consiste no parâmetro de avaliação dos projetos, ou seja, a meta econômica mínima a ser alcançada quando se trabalha com os métodos de fluxo de caixa descontado. No caso do valor presente líquido, “a taxa de atratividade é o percentual de desconto dos fluxos de caixa”. Na taxa interna de retorno, “a taxa de atratividade é comparada com o retorno calculado, indicando aceitação quando esta última for, pelo menos, igual à taxa de desconto utilizada.”

Segundo Schroeder et al (2005), a TMA é uma taxa determinada de acordo com a política de cada empresa. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2006), a TMA escolhida está correlacionada ao cadastro - pessoa física ou jurídica - e com o prazo do investimento - pequeno, médio ou longo prazo. No caso deste estudo, trata-se de um investimento relacionado à competência do governo federal/estadual de longo prazo, logo a TMA passa a ser uma meta estratégica.

2.3.3 Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) é visto como técnica sofisticada de orçamento de capital por estimar o valor do dinheiro no tempo e descontar, de alguma forma, os fluxos de caixa da empresa a uma específica taxa de desconto, também denominada de taxa de retorno requerido, custo de capital ou custo de oportunidade. Segundo Ribeiro (2009), o método do valor presente líquido tem a vantagem de ser aplicado a fluxos de caixa que contenham mais de uma variação de sinal, tanto de entrada, como de saída.

O objetivo do Valor Presente Líquido é fornecer qual seria o ganho monetário que se teria na realização de um investimento a uma determinada taxa de juros (OLIVEIRA, 2008). Segundo Minardi (2000), o método do valor presente líquido ou fluxo de caixa descontado calcula os fluxos de caixa futuros com base no princípio da vida útil do projeto e os desconta por uma taxa de desconto apropriada ao risco, que considera o fato de o fluxo de caixa divergir do esperado.

Para calcular o VPL é necessário subtrair o investimento inicial de um projeto (FC_0), do valor presente de suas entradas de caixa (FC_t), descontadas a uma taxa de custo de capital da empresa (i), conforme Equação 1.

Equação 1 (2) - Valor Presente Líquido

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0$$

Em que:

FC₀: fluxo de caixa verificado na data zero, ou seja, o valor do investimento inicial.

FC_j: representa o valor de entrada (ou saída) de caixa previsto para cada intervalo de tempo.

i: taxa de desconto.

n: período de tempo.

Contudo, este trabalho será analisado do ponto de vista dos custos através do Valor Presente de Custo que é o valor presente de todos os custos do projeto, conforme Equação 2. Esse método permite identificar a alternativa de menor custo para obter determinado resultados e é utilizado quando se compara projetos com benefícios e de difícil valorização. Ademais, serve para comparação de dois ou mais projetos mutuamente excludentes cujos benefícios brutos são idênticos e muito difíceis de medir (BOTTEON,2009).

No caso deste estudo, esse indicador pode ser utilizado para escolha do sistema que permitirá alcançar o objetivo de garantir o saneamento básico num empreendimento habitacional. Como não há dúvidas quanto aos benefícios obtidos pelo tratamento de esgoto, todos os habitantes do país devem ter acesso. É exatamente por isto que se busca a alternativa de menor custo para alcance deste objetivo.

Equação 2 (2) - Valor Presente de Custo

$$VPC = \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}$$

Onde:

C_j: valor dos custos.

i: taxa de juros.

j: período em que as receitas ou os custos ocorrem.

n: número de períodos ou duração do projeto.

Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

O Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), ou Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), transforma todos os custos do bem avaliado em custos anuais equivalentes, com a adoção de uma determinada taxa de juros equivalente ao custo de capital sobre o investimento. Dessa forma, é possível encontrar uma série anual uniforme (R) que equipara os fluxos de caixa (tanto receitas, quanto despesas) dos investimentos descontados, a Taxa Mínima de Atratividade (VEY E ROSA, 2004).

O método CAUE necessita de algumas informações sobre o bem avaliado, tais como o valor do investimento, valor residual ao final de cada ano da vida útil do bem, custo operacional, custos de manutenção, custo de capital e custo de recuperação de capital que inclui o ônus do imposto de renda (IR), presente na vida efetiva (FELDENS et al, 2009). Após a montagem do fluxo de caixa com as variáveis acima descritas, o CAUE é calculado, conforme Equação 3.

Equação 3 (2) - Custo Anual Uniforme Equivalente

$$CAUE = \frac{VPCt}{\left[\frac{i_r * (1 + i_r)^t}{(1 + i_r)^t - 1} \right]}$$

Onde:

VPC: Valor Presente de Custo.

ir: taxa de desconto.

t: período de tempo.

Na seção 2.4 serão discutidas a importância da análise de risco e incerteza na avaliação de investimento.

2.4 Análise de Risco e Incerteza

Segundo Nogas, Souza e Silva (2014), a análise de risco em projetos de investimentos é pré-requisito, tanto na análise de investimentos em ativos financeiros, que representam os direitos sobre a riqueza, como em ativos reais, que representam a riqueza. Quanto aos ativos reais, eles são tratados no contexto estratégico, visto que a decisão de investir é condição para a realização da estratégia.

Segundo Oliveira (2008), as informações disponíveis para elaborar uma análise de investimento não são lineares ou absolutas, já que a economia e o mercado financeiro mundial apresentam, historicamente, variações que podem ser imprevisíveis e também podem atingir diversas economias. Assim, as modificações do cenário projetado para o investimento ao longo do tempo, fazem com que as análises conduzam a prejuízos e as proposições assumidas no início do projeto podem não ocorrer, devido às incertezas sobre qual será o comportamento do projeto analisado no futuro.

As dúvidas sobre o investimento são um reflexo da incerteza, posto que são aceitas algumas previsões, que podem ou não se concretizar, ou surgirem de forma diferente da que foi prevista, influenciando diretamente na viabilidade ou não de um projeto devido (OLIVEIRA, 2008). A incerteza faz parte da avaliação do projeto e do modo como o valor se comporta ao longo do tempo, à medida que novas informações específicas do projeto, do setor ou do mercado vão sendo registradas causando impactos na avaliação. Isso ocorre por se tratar de uma estimativa. (DAMODARAN, 2007).

De modo geral, Oliveira (2008) sugere que as incertezas sejam calculadas a fim de mensurar as possíveis consequências, viabilizando o sucesso do projeto e a maximização de riqueza. Ignorar as incertezas numa análise, apesar de conveniente, afeta a análise e o sucesso do projeto avaliado. Para Damodaran (2007), a incerteza ocorre devido às estimativas utilizadas, em que qualquer erro ou má avaliação no momento de transformar dados brutos em inputs, que serão utilizados nos modelos de avaliação, provocará um erro de estimativa que influenciará na avaliação do investimento.

As prováveis causas de incertezas podem ser:

- Específica do projeto, que poderá ter um desempenho diferente do esperado (DAMODARAN, 2007). Os fatores que podem influenciar são (1) técnicos, como a utilização de processo utilizado, matérias-primas ou tecnologia inadequadas; (2) financeiros, devido à insuficiência de capital e falta de capacidade de pagamento; (3) econômicos como a oferta subdimensionada ou superdimensionada, alteração de produto ou subproduto, aumento do custo de matérias-primas e investimentos imprevistos. Por fim, fatores institucionais (PAMPLONA e MONTEVECHI, 2005);
- Macroeconômica: qualquer mudança no ambiente devido a fatores políticos, greves ou inflação de modo imprevisível, pode alterar o valor do projeto, mesmo que esteja de acordo com o esperado (DAMODARAN, 2007);

- Fatores sistemáticos, como o aumento de investimento ou impostos, que podem afetar a todas as empresas (OLIVEIRA, 2008);
- Fatores não sistemáticos, que atingem empresas em casos isolados, como o aumento de preço de uma matéria-prima específica (OLIVEIRA, 2008).

Para reduzir a incerteza, Damodaran (2007) e Oliveira (2008) são unânimes em ressaltar a importância do modelo de avaliação e do tratamento adequado preferencialmente, aqueles que:

1. Utilizem mais informações ideais para o tipo de análise;
2. Mensurem a amplitude da avaliação, excluindo a melhor e a pior hipótese;
3. Permitam inferências probabilísticas;
4. Assumam razoáveis margens de erro;
5. Utilizem o maior número de informações disponíveis legalmente;
6. Façam estimativas com os dados relacionados à empresa, de modo que se comportem naturalmente as variáveis macroeconômicas.

A opção de ferramenta para análise de risco adotada para este estudo será a Simulação de Monte Carlo, que realiza simulações em condições de incerteza, e, devido ao seu caráter estatístico, permite que as variáveis presentes sejam analisadas por meio de distribuições de probabilidade, as quais, associadas à geração de números aleatórios, fornecem uma resposta que contempla as incertezas presentes. Ressaltando que a variável “tempo” tem uma correlação diretamente proporcional com a intensidade da incerteza em um dado investimento, isto quer dizer que quanto mais distante o fluxo de caixa, maiores serão as incertezas. (OLIVEIRA, 2008).

2.4.1 Entradas de caixa de Breakeven

Para que o projeto seja aceitável, segundo a técnica do valor presente líquido, o VPL deve ser maior do que zero. No entanto, a partir das entradas de caixa de Breakeven, que significa ponto de equilíbrio, é possível determinar um nível mínimo de entrada de caixa necessário para que os projetos sejam aceitáveis.

Equação 4 (2) - Entradas de Caixa de Breakeven

$$VPL=[FC \times (FVPA_{r,n})]-FC_0 > \$0$$

Onde:

VPL: Valor Presente Líquido

FVPA: Fator de Valor Presente de Anuidade

r: Custo de capital

n: Número de anos

FC: Entrada de caixa anual

FC0: Investimento inicial

2.4.2 Análise de Sensibilidade

Segundo Medeiros Neto (2009), a análise de sensibilidade é a primeira tentativa adotada, de modo simples, para considerar o risco no método de fluxo de caixa descontado, visto que esta análise de risco apresenta apenas um resultado determinístico decorrente da sensibilização de determinada variável, não apresentado, todavia, qualquer informação sobre a probabilidade de ocorrência do valor sensibilizado.

Segundo Abreu (2008), a análise de sensibilidade é composta pela análise do impacto de variações nos valores de uma determinada variável sobre os índices financeiros determinísticos do projeto, determinando a quais parâmetros tais índices seriam mais sensíveis. Segundo Bruni, Fama e Siqueira (1998), a variável mais sensibilizada do fluxo de caixa futuro é o custo de capital. Apesar de que qualquer componente do fluxo de caixa pode ser uma variável sensibilizada.

Segundo Fonseca (2015), as variáveis receita, custo fixo, custo variável, investimento e custo de capital são importantes para o projeto, logo, na análise de sensibilidade cada variável é alterada em diversos pontos percentuais, em seguida é calculado um VPL para cada percentual, a fim de indicar qual a sensibilidade do VPL a estas mudanças e como isto impactará na viabilidade do projeto.

Com isso, é possível determinar onde há necessidade de mais informações, indicada pelos casos que provocaram VPLs negativos. Além disso, isto pode ser utilizado na análise de risco do projeto, onde os projetos muito sensíveis serão considerados arriscados. Ou seja, nos casos em que uma pequena mudança na estimativa de uma variável produza uma grande mudança no VPL e consequentemente na viabilidade do projeto. Contudo, esta análise apresenta uma falha no tratamento isolado das variáveis, visto que algumas podem atuar de formas interdependentes (FONSECA, 2015).

Para minimizar esta falha, sugere-se uma análise de cenários através de estimativas dos piores e melhores valores de entrada, em relação ao provável, e para cada cenário (provável, otimista e pessimista) adotado, é atribuída uma probabilidade de ocorrência. A análise permite a adoção de diversas combinações de variáveis, mas com consistência. Posteriormente, são estabelecidos os fluxos de caixa futuros para cada cenário, e mensurado o VPL de cada um individualmente e em seguida o VPL ponderado (FONSECA, 2015).

Análise de cenário permite variar mais de um parâmetro do projeto, criando novos cenários. Contudo Medeiros Neto (2009) ressalta que a análise de cenários é um avanço, porém não soluciona a limitação principal enfrentada pela análise de sensibilidade visto que não incorpora nenhuma característica estocástica, ou seja, as análises em cada cenário são realizadas apenas com valores determinísticos ao invés das suas probabilidades de ocorrência.

A análise de cenários no modelo determinístico não facilita a utilização de diferentes combinações de valores para diferentes inputs a fim de visualizar os efeitos em cenários efetivamente diferentes. Além disso, o modelo permite que a análise de sensibilidade seja baseada em apenas alguns casos, o que torna difícil visualizar quais são as variáveis que mais afetam os resultados. Sendo assim, a Simulação de Monte Carlo será utilizada para facilitar a determinação dos inputs que têm maior efeito nos resultados finais e quais os valores na ocorrência de determinado resultado.

2.4.3 Simulação de Monte Carlo

Segundo Abreu (2008), a aplicação de técnicas probabilísticas composta por desvio-padrão, coeficientes de variação, percentis dos VPL's e a probabilidade de ocorrência de VPL's negativos permite um estudo mais consistente do risco.

Segundo Bruni, Famá e Siqueira (1998), quando adota-se o VPL como parâmetro de decisão, o tratamento matemático formal contempla a determinação do seu valor médio e de sua variabilidade, ou seja, do risco sob a forma de desvio-padrão mensurados a valor presente dos fluxos de caixa deste projeto, conforme equação 5, onde o risco do projeto é função dos riscos individuais:

Equação 5 (2) - Desvio Padrão calculados a partir do valor presente dos fluxos de caixa

$$\sqrt{Var[VPL]} = \sqrt{\sum_{j=1}^n \frac{Var[F_j]}{(1+i)^{2j}}}$$

Segundo Abreu (2008), a relação entre o desvio-padrão da variável e sua média resulta no coeficiente da variação. Ao se comparar variáveis, o menor coeficiente de variação encontrado significará menor grau de dispersão ou variabilidade.

O percentil, é a percentagem de valores que estão antes ou depois de determinado dado de ordem p , $0 \leq p \leq 100$, de um conjunto de valores dispostos em ordem crescente é um valor tal que $p\%$ das observações estão nele ou abaixo dele e $(1 - p)\%$ estão nele ou acima dele. De acordo com Vianello e Teixeira (2012) com frequência o VPL na análise de risco de investimentos representa o valor mínimo esperado dentro de um intervalo de confiança de 90%, ou seja, refere-se ao percentil 10% da distribuição de probabilidades do VPL. Isto significa que este valor de VPL representa um indicador da robustez e da viabilidade econômica do projeto.

Ademais, existe a probabilidade de se ter VPL negativo, dentro do conjunto de valores simulado, isto também é uma medida de risco na análise do projeto. Sendo assim, a análise de risco mais indicada é a Simulação de Monte Carlo.

Simulação de Monte Carlo é uma técnica matemática computadorizada que possibilita uma análise quantitativa, e tomadas de decisão a partir de uma gama de resultados possíveis e probabilidades de ocorrências desses resultados de acordo com a ação escolhida como decisão, desde as mais extremas até a mais conservadora (PALISADE, 2014).

Segundo Fonseca (2015), estimar a distribuição de probabilidade de ocorrência de cada variável incerta do fluxo de caixa e a correlação com outras variáveis é o primeiro passo para uma simulação, que segue com a escolha aleatória pelo software de um valor para cada variável incerta distribuída, relacionada aos demais valores fixos esperados. Com isso, determina-se o fluxo de caixa líquido para cada ano e o VPL do projeto. A simulação deve ser realizada o maior número de vezes possível a fim de obter vários VPLs e suas respectivas probabilidades. Vale ressaltar que, os softwares de simulação empregados podem determinar a probabilidade de ocorrência de VPL maior que zero e que pode ser utilizado na estimativa do risco.

A simulação efetua análise de risco a partir da construção de modelos de possíveis resultados, substituindo com um intervalo de valores - uma distribuição de probabilidade - todo fator com incerteza inerente. Em seguida, ela calcula os resultados repetidamente, cada vez com outro conjunto de valores aleatórios gerados por funções de probabilidade.

Dependendo do número de incertezas e dos intervalos especificados para elas, uma simulação de Monte Carlo pode ter milhares ou dezenas de milhares de recálculos antes de finalizar (PALISADE, 2014).

Segundo Botteon (2009), para aplicar o método de Monte Carlo, é preciso seguir os seguintes passos:

1. Identificar a variável dependente: o VPL (ou qualquer outro indicador);
2. Identificar as variáveis independentes: aquelas que influem sobre a dependente identificada;
3. Definir as relações existentes entre todas as variáveis e classificar as mesmas como variáveis certas e aleatórias;
4. Para cada variável aleatória:
 - a. Definir o tipo de distribuição (normal, uniforme...), e dos valores dos parâmetros que a caracterizam. Para isso há que se basear na informação disponível e/ou a experiência;
 - b. Gerar uma determinada quantidade de números aleatórios, os quais devem responder à distribuição identificada.
5. Para cada uma das combinações de valores das variáveis é mensurado um valor da variável dependente (VPL). Gerados números aleatórios e combinações possíveis para cada variável, assim como o número de resultados, que irão determinar na distribuição de probabilidades associada à variável dependente;
6. A análise deve ser finalizada com a geração dos parâmetros da distribuição. Nos casos em que a variável dependente for o VPL, pode ser calculado o valor médio do VPL, seu desvio-padrão e seu coeficiente de variação.

Equação 6 (2) - Simulação de Monte Carlo tendo o VPL como variável dependente

$$\overline{\text{VPL}} = \frac{\sum_{i=1}^z \text{VPL}_i}{z}, \sigma_{\text{VPL}} = \sqrt{\frac{1}{(z-1)} \cdot \sum_{i=1}^z (\text{VPL}_i - \overline{\text{VPL}})^2}, \text{CV}_{\text{VPL}} = \frac{\sigma_{\text{VPL}}}{\overline{\text{VPL}}},$$

Onde:

VPL_i: valores do VPL obtidos a partir do processo de simulação.

A identificação da probabilidade de obtenção de um VPL negativo ou inferior a um determinado valor podem ser através de diagramas da tabela de frequências e do histograma. Com isso, é possível tomar suas decisões baseadas nas preferências dos parâmetros de risco.

Neste sentido, a simulação de Monte Carlo produz distribuições de valores dos resultados possíveis que permitem as variáveis apresentarem diferentes probabilidades de ocorrência de diferentes resultados. As distribuições de probabilidades representam uma forma muito mais realista de descrever incerteza em variáveis de análises de risco onde as mais comuns são a normal, lognormal, uniforme, triangular, PERT e discreta, onde:

1. Normal ou “curva do sino”: define-se a média aritmética ou o valor esperado e um desvio padrão para descrever a variações em relação à média. Os valores próximos à média são os que apresentam maior probabilidade de ocorrência;
2. Lognormal: os valores são positivamente assimétricos ou distorcidos e é usada para representar valores que não passam abaixo de zero, mas que têm um potencial positivo ilimitado;
3. Uniforme: todos os valores têm probabilidade igual de ocorrência e os valores mínimo e máximo são definidos;
4. Triangular: define-se os valores mínimo, mais provável e máximo. Os valores ao redor do valor mais provável têm maior probabilidade de ocorrer;
5. PERT: define-se os valores mínimo, mais provável e máximo, da mesma forma que na distribuição triangular. Os valores ao redor do valor mais provável têm maior probabilidade de ocorrer. Contudo, os valores que se encontram entre o valor mais provável e os dois extremos têm maior probabilidade de ocorrência do que na distribuição triangular, isto é, os extremos não são tão enfatizados;
6. Discreta: valores específicos que podem ocorrer e a probabilidade de cada um deles.

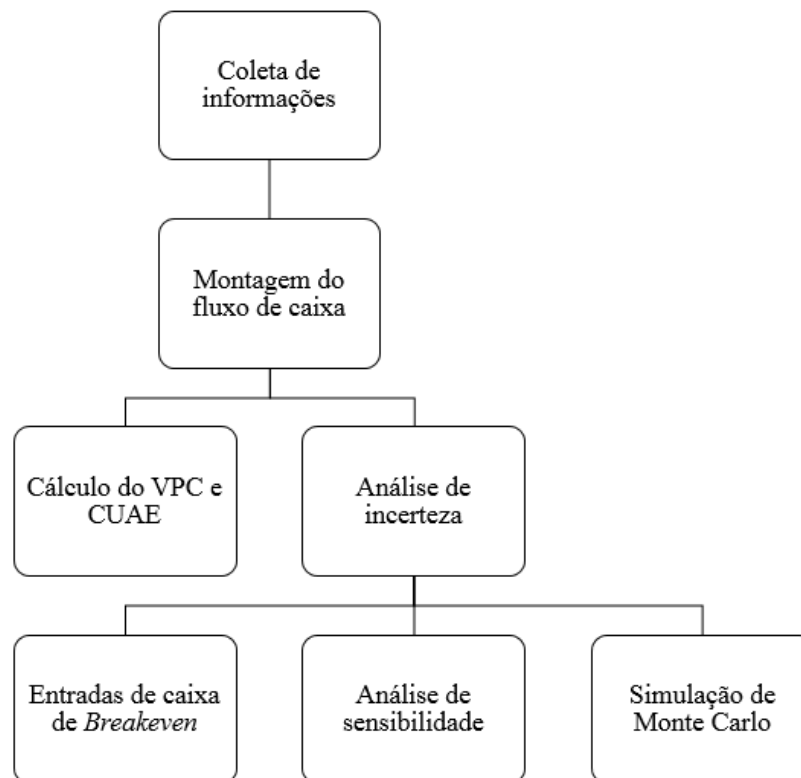
Durante uma simulação de Monte Carlo, as amostras dos valores são obtidas aleatoriamente das distribuições de probabilidade de inputs (entradas). Cada conjunto de amostra é chamado de iteração, e o resultado produzido a partir da amostra é registrado. A simulação de Monte Carlo faz isso centenas ou milhares de vezes, e o produto disso é uma distribuição de probabilidade dos resultados possíveis. Dessa forma, a simulação de Monte Carlo fornece um quadro muito mais abrangente do que poderá acontecer. Ela não só informa o que poderá ocorrer, mas também a probabilidade de ocorrência (PALISADE, 2014).

A simulação de Monte Carlo proporciona uma série de vantagens, em relação à análise determinística ou de estimativa de um único ponto. São elas: 1) Resultados probabilísticos que mostram o que poderia ocorrer e a probabilidade de cada ocorrência; 2) Criação de gráficos dos diferentes resultados e suas probabilidades de ocorrência; 3) Análise de sensibilidade que permite visualizar os inputs tem maior efeito nos resultados finais; 4) Análise de cenário que permite visualizar quais inputs tinham quais valores na ocorrência de determinado resultado; 5) É possível modelar relações interdependentes entre as variáveis de input, ou seja, correlação de inputs. Isso é importante, para fins de exatidão, para representar quando certos fatores sobem, outros também sobem ou caem, conforme o caso.

3 Procedimentos metodológicos

Neste capítulo estão apresentados os procedimentos adotados para fazer a avaliação econômico-financeira dos sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical para remoção de carbono e nitrogênio através dos métodos de avaliação de investimento mais utilizados, e que atendem ao foco do estudo que são: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente de Custo (VPC), Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo.

Figura 5 (3) - Fluxograma da metodologia



Fonte: Elaboração Própria

Neste trabalho é utilizada uma abordagem quantitativa que tem como base o fluxo de caixa e simulações que têm como objetivo fazer inferências sobre os sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical para remoção de carbono e nitrogênio:

(1) que na fase anóxica recebe o esgoto bruto como doador de elétrons para promover a desnitrificação; (2) que na fase anóxica recebe etanol como doador de elétrons para promover a desnitrificação.

Estes sistemas pretendem tratar o esgoto de origem doméstica de modo descentralizado em empreendimentos habitacionais de interesse social, como o programa “Minha Casa Minha Vida”, e almejam, a partir de uma técnica simples e de fácil instalação, reduzir o impacto ambiental negativo e aliar baixo custo com um elevado retorno ambiental, social e econômico.

Esta seção está subdividida de forma a contemplar as metodologias dotadas para responder a pergunta de pesquisa: Qual seria o impacto financeiro para implementar um sistema compartimentado anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical de manejo de águas residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais de interesse social? Elas estão apresentadas separadamente, embora sejam interligadas. Na primeira subseção são apresentadas as coletas de informações e montagem do fluxo de caixa. Na segunda subseção o cálculo do VPL, VPC e CAUE. Na terceira subseção é apresentada as entradas de caixa de Breakeven e análise de sensibilidade. Por fim, na quarta subseção a simulação de Monte Carlo.

3.1 Coleta de informações e montagem do fluxo de caixa

O fluxo de caixa foi construído com os dados primários coletados no Laboratório de Saneamento Ambiental da UFPE, responsável pela construção e operação dos sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical. Os valores apresentados neste fluxo são referentes ao custo de um sistema, é importante ressaltar que os sistemas apresentam os mesmos custos, a diferença entre eles é o etanol presente na fase operacional do Sistema 2 que visa a promover uma melhor eficiência técnica. Ademais, este fluxo contemplará as análises Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente de Custo (VPC), Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo.

Para construir o fluxo de caixa, segundo Correa (2002) e Oliveira (2001), composto pelas entradas e saídas de recursos, expressos em unidades monetárias que ocorrem ao longo do desenvolvimento de um projeto foram consideradas as seguintes variáveis: investimento

inicial e entradas de caixa operacionais composto pelo horizonte de planejamento, receita, custo fixo, custo variável e taxa de depreciação, conforme descrito no quadro 2:

Quadro 2 (3) - Descrição das variáveis

<i>Variáveis</i>	<i>Descrição</i>
Investimento Fixo	1. Matéria-Prima para Construção do Sistema 2. Serviços de Instalação do Sistema 3. Equipamentos: Bombas, Compressores e Filtro de Ar
Horizonte de Planejamento	Vida útil do Sistema (20 anos)
Receita	1. A água tratada pelo sistema é utilizada na área externa dos empreendimentos habitacionais, minimizando o custo com o água tratada e esgotamento sanitário
Custos Fixos	1. Custo com Energia elétrica que é demandada 24 horas por dia de forma ininterrupta. 2. Custo com a manutenção anual da bomba e do compressor
Custos Variáveis	1. Custo com o etanol utilizado na fase anóxica do Sistema II.

Fonte: Elaboração Própria

Onde:

1. Investimento inicial (Tabela 2): ponto de partida para compor um fluxo de caixa, ou seja, é a saída de caixa na data zero. O investimento inicial está associado ao custo do ativo total novo. No caso deste estudo, o investimento inicial para cada sistema foi composto pelo:
 - Custo de aquisição do ativo novo refere-se ao custo de todo o material utilizado na construção do equipamento que foi de R\$ 3.879,61;
 - Custo de instalação do equipamento, referente custo de montagem e instalação hidráulica e elétrica que foi de R\$ 3.600,00;
 - Custo dos equipamentos elétricos (bomba, compressor e filtro de ar) para funcionamento do sistema que foi de 2.450,76.
 - O custo do terreno está implícito no custo da moradia, sendo assim não foi contemplado nesta pesquisa.
 - Por não haver um ativo a priori que será substituído pelo equipamento avaliado por este projeto, o recebimento com a venda do ativo antigo e a variação do capital giro líquido serão nulos.

Tabela 2 (3) - Investimento Inicial

<i>Investimento inicial</i>	<i>Sistema 1</i>
Matéria-Prima para Construção do Sistema	R\$ 3.879,61
Serviços de Instalação do Sistema	R\$ 3.600,00
Equipamentos: Bombas, Compressores e Filtro de Ar	R\$ 2.450,76
<i>Investimento Inicial</i>	<i>R\$ 9.930,37</i>

Fonte: Elaboração Própria

2. Horizonte de planejamento: Refere-se à duração do projeto ou a sua vida útil. Para este estudo foi adotado uma vida útil de 20 (vinte) anos conforme convenção da ABNT 15.575/2.013 para este tipo de equipamento, contudo é necessário obedecer a periodicidade e os processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e detalhado no manual de uso, operação e manutenção elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.
3. Receita: refere-se às entradas de caixa. Neste caso, a receita será baseada na redução da despesa de água devido à utilização de água de reuso gerada pelos sistemas. Ou seja, o efluente tratado pelo sistema poderá ser utilizado para limpeza das áreas externas e descargas, entre outros fins de acordo com a qualidade da água obtida pelo sistema. A receita está baseada na tarifa social da Compesa de R\$ 6,42/mês para um intervalo de 0 até 10.000 Litros/Mês referente ao custo da água tratada e 100% da tarifa de água referente ao esgotamento sanitário determinada pela resolução da Arpe no 89/2014 publicado no DOE no 25 de 06/02/2014.

Tabela 3 (3)- Redução do custo de água devido à utilização de água de reuso (Cenário 2)

<i>Custo previsto</i>	<i>Tarifa social</i>
Água Tratada (mensal)	R\$ 6,42
Esgotamento Sanitário (mensal)	R\$ 6,42
Custo Anual pelo consumo de água tratada (Compesa)	R\$ 154,08

Fonte: Elaboração Própria

4. Custo fixo: refere-se à parcela do custo que se mantém fixa, quando a produção varia. As saídas de caixa serão os custos de operação exigidos para manter o equipamento funcionando que serão:
 - a. Energia Elétrica utilizada pelo compressor que oxigena as bactérias e bombeia o efluente para dentro do sistema compartimentado de forma ininterrupta. A base de cálculo utilizou o preço da tarifa de energia elétrica da Celpe de

acordo com a Resolução Homologatória N0 1723 de 28 de abril de 2014 que determina valor consumo (R\$/kWh) com PIS/COFINS isento de ICMS de R\$ 0,3532 (trinta e cinco centavos) para classe residencial convencional de baixa tensão/renda (B1) com consumo acima de 220 kWh, Tabela 4.

Tabela 4 (3)- Consumo de Energia Elétrica por Sistema

<i>Equipamento</i>	<i>Consumo de Energia</i>	<i>Custo por Sistema</i>
Compressor 25 L (1 HP)	269 kWh	R\$ 94,15
Bomba 1/2 CV (cavalo)	442 kWh	R\$ 154,70
Valor Anual do consumo de energia	711 kWh	R\$ 2.986,20

Fonte: Elaboração Própria

5. A manutenção anual da bomba e compressor que impulsiona a entrada do esgoto bruto no sistema e que mantém a oxigenação das bactérias na parte aeróbica do tratamento está prevista em R\$ 50,00 anual equivalente ao preço do produto utilizado para evitar ferrugens e ressecamento do equipamento.
6. Substituição de duas bombas, dois compressores e um filtro de ar a cada 5 anos, totalizando em três trocas durante a vida útil (ano 5, 10 e 15) do equipamento, conforme Norma de Execução nº 06, publicada no Diário Oficial da União de 30 de dezembro de 1993 que determina a depreciação de equipamentos elétricos e hidráulicos em 20% ao ano.

Tabela 5 (3) - Substituição da bomba e do compressor por Sistema

<i>Equipamento</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Custo total</i>
Compressor 25 L (1 HP)	2	R\$ 1.598,00
Bomba 1/2 CV (cavalo)	2	R\$ 492,76
Filtro de ar	1	R\$ 360,00
Custo pela substituição dos equipamentos		R\$ 2.450,76

Fonte: Elaboração Própria

7. Custo variável: Refere-se à parcela do custo que varia, quando a produção varia. Para este estudo, apenas um sistema terá custo variável que será o etanol utilizado como fonte de carbono na fase anóxica do sistema II e servirá como diferencial entre os dois sistemas tanto na avaliação econômico-financeira quanto na eficiência do sistema. O preço do etanol, para fins deste estudo, será R\$ 2,43/L baseado na média

da síntese dos preços praticados em Pernambuco divulgado pela ANP no período de 11/01/2015 a 17/01/2015.

Tabela 6 (3)- Custo de etanol na fase anóxica do tratamento do Sistema 2

	<i>Quantidade (litro/dia)</i>	<i>Custo unitário</i>	<i>Custo/dia</i>	<i>Custo /ano</i>
<i>Etanol na fase anóxica do Sistema 2</i>	0,20 L	R\$ 2,43	R\$ 0,49	R\$ 177,06

Fonte: Elaboração Própria

8. Taxa de depreciação:

- a. Do sistema que é mensurado a partir do investimento inicial (custo de construção e instalação) dividido pela vida útil;
- b. Dos equipamentos (bomba, compressor e filtro de ar) depreciados a 20% ao ano, conforme Norma de Execução nº 06, publicada no Diário Oficial da União de 30 de dezembro de 1993 que determina a depreciação de equipamentos elétricos e hidráulicos.

Tabela 7 (3) - Taxa de depreciação

<i>Sistema</i>	
Investimento inicial	R\$ 7.479,61
Vida útil	20 anos
<i>Depreciação anual</i>	<i>R\$ 373,98</i>
<i>Equipamento</i>	
Custo de Aquisição	R\$ 2.450,76
Vida útil	5 anos
<i>Depreciação anual</i>	<i>R\$ 490,15</i>

Fonte: Elaboração Própria

9. Reajuste: O primeiro ano do fluxo de caixa foi construído com os valores referente ao ano de 2014, ano da coleta dos dados, e os anos seguintes foram reajustados anualmente de acordo com a média do índice de inflação IGP-M divulgada pelo Banco Central do Brasil através do Sistema de Expectativas do Mercado em Março de 2015. É importante ressaltar que o IGP-M foi escolhido por ser o índice utilizado para balizar os reajustes das tarifas de energia elétrica e de água. Após a determinação da taxa de reajuste, os fluxos de caixa foram reajustados com base em três premissas:

- a. A primeira premissa reajusta os fluxos de caixa pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos permanecem com valores constantes, conforme Tabela 8.

Tabela 8 (3) - Reajuste Anual do Fluxo de Caixa de acordo com o IGP-M

<i>Ano</i>	<i>Taxa de Reajuste do Fluxo de Caixa (ano base 2014)</i>	
2015	5,79%	Sistema de Expectativa do Mercado
2016	5,38%	
2017	5,20%	
2018	5,11%	
2019 a 2033	Ano 2018	Valores Constantes

Fonte: Elaboração Própria

- b. A segunda premissa reajusta os fluxos de caixa pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), do ano 2019 (ano 6) até 2023 (ano 10) pela taxa do IGP-M de 2018, e do ano de 2024 (ano 11) até 2033 (ano 20) os valores permanecem constantes, conforme Tabela 9.

Tabela 9 (3) - Reajuste Anual do Fluxo de Caixa de acordo com o IGP-M

<i>Ano</i>	<i>Taxa de Reajuste do Fluxo de Caixa (ano base 2014)</i>	
2015	5,79%	Sistema de Expectativa do Mercado
2016	5,38%	
2017	5,20%	
2018	5,11%	
2019 a 2023	5,11%	Taxa Constante
2024 a 2033	Ano 2023	Valor constante

Fonte: Elaboração Própria

- c. A terceira premissa reajusta os fluxos de caixa pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos são reajustados com a taxa de 2018 (taxa constante), conforme Tabela 10.

Tabela 10 (3) - Reajuste Anual do Fluxo de Caixa de acordo com o IGP-M (Taxa Constante)

<i>Ano</i>	<i>Taxa de Reajuste do Fluxo de Caixa (ano base 2014)</i>	
2015	5,79%	Sistema de Expectativa do Mercado
2016	5,38%	
2017	5,20%	
2018	5,11%	
2019 a 2033	5,11%	Taxa Constante

Fonte: Elaboração Própria

Em seguida, as entradas de caixa foram contabilizadas usando um formato de demonstração de resultados, conforme quadro 3. É importante ressaltar que por se tratar de uma avaliação de investimento de um equipamento não há abatimento do imposto de renda.

Assim,

Quadro 3 (3) - Entradas de Caixa Operacional

Receita
- Despesas (exceto depreciação e juros)
Lucro antes da depreciação, juros e imposto de renda
- Depreciação
Lucro antes do juros e do imposto de renda (LAJIR)
- Imposto de renda (alíquota = T= Zero)
Lucro líquido operacional depois do imposto de renda
+ Depreciação
Fluxo de caixa operacional

Fonte: Gitman (2010)

Após o lançamento das variáveis, foram encontrados valores negativos caracterizando saídas de caixa operacionais. E, conforme dito anteriormente, os anos 5, 10 e 15 apresentam valores superiores devido à substituição dos equipamentos (bombas, compressores e filtro de ar).

Após a primeira e segunda etapa, composto pela coleta de informações e montagem do fluxo de caixa, serão apresentados os métodos de avaliação de investimento utilizados para determinar a viabilidade econômico-financeira dos equipamentos através dos métodos: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente de Custo (VPC), Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo.

3.2 Método da análise dos dados

Após o levantamento de dados, foi precedida a análise do investimento através de técnicas e modelos matemáticos onde se verifica a alocação do capital investido e o custo anual dos sistemas.

A análise econômica do equipamento resume em fazer estimativas dos gastos envolvidos com o investimento inicial, operação e manutenção, e das receitas geradas ao longo de um determinado período de tempo, para em seguida montar o fluxo de caixa relativo a esse investimento, custos e receitas e determinar quais serão os indicadores econômicos conseguidos com esse empreendimento.

Os critérios de tomada de decisão baseados em análise de viabilidade econômica serão Valor Presente de Custo (VPC), Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo. Para cálculo destas taxas foi empregado o software Excel, do pacote Microsoft Office 2013.

É importante ressaltar que, os resultados do cálculo do VPL foram negativos e por isso, o cálculo e a análise expostos neste trabalho serão realizados pela ótica do VPC e CAUE, que permitem a operacionalização a partir de informações referentes aos custos dos sistemas.

3.2.1 Taxa Mínima de Atratividade

A determinação ou escolha da TMA é de grande valia na decisão de alocação de recursos nos projetos de investimento. Para Galesne; Fensterseifer & Lamb (1999), a taxa do custo de capital é a taxa de desconto, ou a TMA, mais adequada para decisões e avaliações de investimento, e pode ser utilizada como determinante na aceitação ou não de novos projetos de investimento.

Para este estudo, serão utilizadas duas Taxa Mínima de Atratividade. A primeira taxa utilizada será de 5% referente ao custo de capital para uma pessoa física financiar o projeto. Neste caso, os moradores dos habitacionais, por exemplo, seriam os responsáveis pela construção, instalação, manutenção e operação do projeto. A segunda taxa utilizada será de 12% por ser uma por determinação da RENTED e por refletir o custo de capital de uma pessoa jurídica. Neste caso, uma empresa privada ou pública seria a responsável pela construção, instalação, manutenção e operação do projeto.

3.2.2 Valor Presente de Custo

Neste estudo, as entradas de caixa foram negativas, mesmo nos cenários em que foram consideradas receitas oriundas do reuso de água tratada pelo sistema, as saídas de caixa foram maiores do que as entradas de caixa. Dessa forma a análise foi realizada pela ótica do Valor Presente de Custo.

Equação 8 (3)- Valor Presente de Custo

$$VPC = \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}$$

Onde:

C_j: valor dos custos.

i: taxa de juros de 5% e de 12%.

j: período em que as receitas ou os custos ocorrem.

n: número de períodos ou duração do projeto que é de 20 anos.

3.2.3 Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

O Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), ou Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), permite a comparação entre dois ou mais investimentos apresentando o mais baixo custo anual, corrigido ao fator tempo. Além disso, determina o período ideal para a substituição do equipamento, partindo do pressuposto que, quanto mais longa for a vida de um ativo depreciável, mais baixo será o Custo Médio Anual do Capital, visto que o desembolso será distribuído sobre um período mais longo de tempo; isso, todavia, será contrabalançado por custos operacionais crescentes; e, assim sendo, a vida útil econômica se encerra no período (ano) em que o custo total, devidamente ajustado ao tempo, atingir um mínimo (DE ROCCHI, 1987).

O método CAUE necessita de algumas informações sobre o bem avaliado, tais como:

- Valor do investimento ou custo de aquisição será o valor do investimento inicial de R\$ 9.930,37, ou seja, contempla os custos de construção, instalação e terreno, descrito na seção 3.1;
- Valor de revenda ou valor residual ao final de cada ano da vida útil do bem, que neste caso será nulo, visto que ao final da vida útil o equipamento é descartado;
- Custo operacional contempla o custo de energia elétrica e substituição dos equipamentos nos anos 5,10 e 15. No caso do Sistema 2, inclui-se o custo com o etanol utilizado na fase anóxica, conforme descrito na seção 3.1;
- Custos de manutenção contempla o custo com a manutenção do equipamento, conforme descrito na seção 3.1;

- Custo de Capital ou Taxa Mínima de Atratividades será de 5% e 12%.
- Custo de Recuperação de capital que inclui o ônus do imposto de renda (IR), presente na vida efetiva, será nulo visto que o estudo refere-se a viabilidade de um equipamento, logo não há dedução do imposto de renda.

Após a montagem do fluxo de caixa com as variáveis acima descritas, segue a fórmula do CAUEt:

Equação 9 (3)- Custo Anual Uniforme Equivalente

$$CAUE = \frac{VPCt}{\left[\frac{i_r * (1 + i_r)^t}{(1 + i_r)^t - 1} \right]}$$

Onde:

VPL: Valor Presente Líquido.

ir: taxa de desconto de 5% e 12%.

t: período de tempo que é de 20 anos referente a vida útil do projeto.

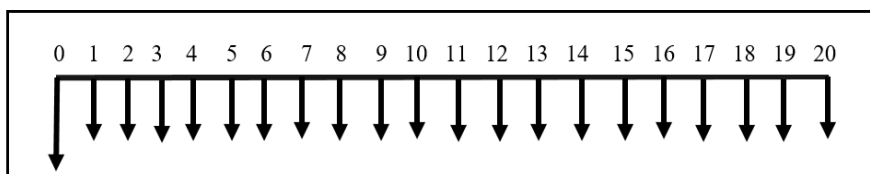
3.2.4 Valor Presente de Custo (VPC) e Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

As análises do VPC e CAUE foram realizadas com base em quatro (4) premissas:

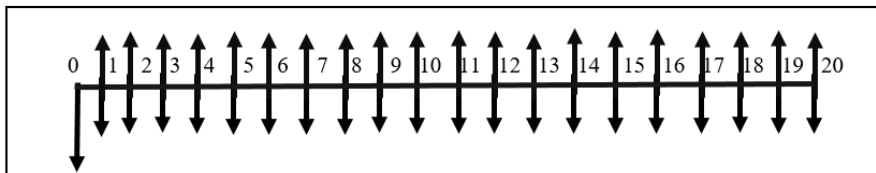
1. Sem Reuso: a água tratada pelo sistema é devolvida ao meio ambiente;
2. Com Reuso: a água tratada pelo sistema é utilizada na área externa dos empreendimentos habitacionais, minimizando o custo com o água tratada e esgotamento sanitário;
3. Com Investimento Inicial: considera a construção e instalação dos sistemas em empreendimento habitacional já construídos;
4. Sem Investimento Inicial: considera que o custo de construção e instalação dos sistemas está implícito na construção do empreendimento habitacional.

As premissas foram combinadas entre si e formaram quatro (4) cenários para cada Sistema:

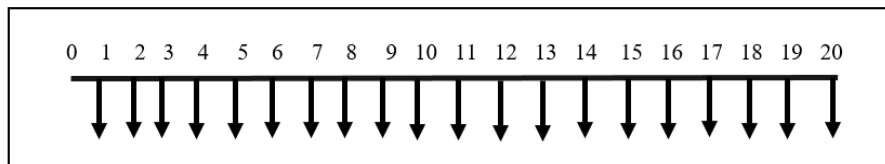
1. Com Investimento Inicial (II) e Sem reuso (SR);



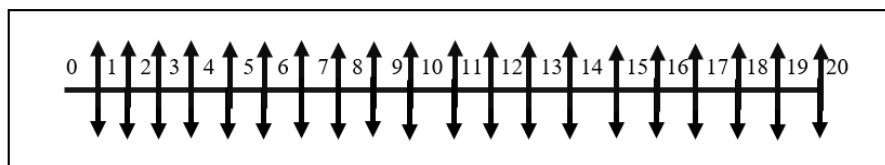
2. Com Investimento Inicial (II) e Com reuso (SR);



3. Sem Investimento Inicial (II) e Sem reuso (SR);



4. Sem Investimento Inicial (II) e Com reuso (SR).



Cada fluxo de caixa foi reajustado de três maneiras distintas de acordo com o sistema de expectativa do IGP-M divulgado pelo Bacen em março de 2015, conforme explicitado na seção 3.1. A primeira premissa reajustou os fluxos de caixa pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos permaneceram com valores constantes. A segunda premissa reajustou os fluxos de caixa pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), do ano 2019 (ano 6) até 2023 (ano 10) pela taxa do IGP-M de 2018, e do ano de 2024 (ano 11) até 2033 (ano 20) os valores permaneceram constantes. Por fim, a terceira premissa reajustou os fluxos de caixa pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos foram reajustados com a taxa constante de 2018.

Em seguida, foram calculados o VPL, VPC e CAUE para cada premissa. Os resultados do cálculo do VPL foram negativos e, por isso, o cálculo e a análise foram realizados pela

ótica do VPC e CAUE, a um custo de capital de 5% e 12%. Vale ressaltar que, o VPC e o CAUE permitem a operacionalização a partir de informações referentes aos custos dos sistemas, já que se trata da avaliação de um equipamento que não gera receita financeira e não visa a obtenção do lucro.

3.2.5 Entradas de Caixa de Breakeven

As entradas de caixa de Breakeven consideram um nível mínimo de entrada de caixa necessário para que os projetos sejam aceitáveis. Para este estudo, foram calculadas 41 entradas de caixa de Breakeven a fim de construir diversos cenários para auxiliar na tomada de decisão e na análise de viabilidade econômico-financeira do projeto. As entradas de caixa de Breakeven foram simuladas a partir da variação do custo de capital de 12% em dez pontos percentuais para mais e para menos com intervalo de 0,50 pontos percentuais. O número de anos será de 20 anos que corresponde à vida útil do equipamento. Por fim, o investimento inicial que foi descrito na seção 3.1.

Tabela 11 (3)- Entradas de Caixa Breakeven

Investimento inicial	R\$ 9.930,37
Vida útil	20 anos
Custo de Capital	2,00% até 22,00%

Fonte: Elaboração Própria

3.2.6 Análise de Sensibilidade

Segundo Abreu (2008), a análise de sensibilidade é composta pela análise do impacto das variações nos valores de uma determinada variável sobre os índices financeiros determinísticos do projeto, determinando a quais parâmetros tais índices são mais sensíveis. Segundo Bruni, Fama e Siqueira (1998), qualquer componente do fluxo de caixa pode ser uma variável sensibilizada, entretanto, custo de capital ou a taxa de crescimento é a variável mais sensibilizada do fluxo de caixa futuro.

Baseado nisso, as alterações do custo de capital são realizadas em diversos pontos percentuais, em seguida é calculado um VPC para cada percentual, a fim de indicar qual a sensibilidade do VPC a estas mudanças e como isto impactará na viabilidade do projeto.

O intervalo dos custos de capital foi determinado a partir da série histórica da Selic através distribuição de probabilidade do Crystal Ball®. Para um intervalo de confiança de 95%, a taxa mínima encontrada foi de 7% a.a. e a máxima 22% a.a., com intervalo de 0,5 pontos percentuais.

3.2.7 Simulação de Monte Carlo

A análise tradicional pressupõe o cálculo dos indicadores financeiros e possibilita associar valores para os cenários discretos a fim de verificar qual resultado ocorrerá em cada situação. Por outro lado, a Simulação de Monte Carlo (SMC) permite uma abordagem de risco que possibilita alcançar um modelo mais consistente, com capacidade de capturar o caráter estocástico da base de dados estudada e conduzir os cenários discretos para cenários contínuos. Ademais, a SMC tem sido reconhecida como uma grande ferramenta para tomadores de decisão, por permitir que o risco seja considerado na análise de investimento e no processo de projeção de fluxo de caixa.

Neste sentido, a SMC nesse estudo, foi uma forma de avaliação interativa de um modelo tradicional, por meio de números aleatórios que foram ligados às entradas e saídas de caixa usadas no cálculo do Valor Presente de Custo (VPC), de modo que as alterações no fluxo de caixa se assumissem como cenários aleatórios. É importante ressaltar que os resultados aleatórios desempenharam as distribuições de probabilidade pré-definidas baseando-se em dados obtidos da análise de projeções futuras. A definição das distribuições de probabilidades é realizada sobre fatores que compõem o cálculo do VPC, onde o ato de produzir aleatoriamente esses fatores permitiram ao VPC assumir diversos valores aleatórios.

O primeiro passo para realização da SMC foi descobrir qual função de distribuição de probabilidade que melhor se adequava aos dados do Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), que é o indexador da tarifa de energia elétrica e da tarifa de água, que são as variáveis mais significativas presentes no fluxo de caixa do projeto.

Para fins do estudo, foram utilizados os valores médios anuais do IGP-M, que refletem o valor esperado do índice de inflação divulgada pelo Banco Central do Brasil, através do Sistema de Expectativas do Mercado divulgado em Março de 2015 para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018.

Apesar das taxas referentes ao ano de 2019 terem sido divulgadas pelo Sistema de Expectativas do Mercado, esse ano foi retirado da amostra por não conter todos os valores

médios diários, inviabilizando o uso do valor médio anual. Sendo assim, foram considerados a taxa média anual do IGP-M de 2018 como constante em todos os anos seguintes até 2033, ano do término da vida útil dos sistemas analisados.

Com os valores do IGP-M devidamente formatados, utilizou-se o software Crystal Ball®, que através dos testes de ajustamento (*Goodness-of-fit*) Anderson-Darling (A-D), Kolmogorov-Smirnov (K-S) e Qui-Quadrado, foi possível, a 1% de significância, a identificação da melhor função de distribuição de probabilidade que explicava o caráter aleatório da série histórica do IGP-M, entre os anos de 2015 até 2033.

O segundo passo consistiu na geração de valores aleatórios do IGP-M, conforme a função de distribuição de probabilidade encontrada. Essa etapa é importante porque, a partir dos vários valores aleatórios obtidos para o IGP-M, foi possível simular vários valores de tarifas de água, de energia e do etanol, bem como os vários valores dos equipamentos elétricos que seriam substituídos a cada 5 anos, conforme já explicado na Seção 3.1.

Esses valores das tarifas de água, de energia, do etanol, e os valores dos equipamentos elétricos compõem o fluxo de caixa de 20 anos do sistema 1, que utiliza o esgoto bruto na fase anóxica, e do sistema 2, que utiliza o etanol na fase anóxica. Os fluxos de caixa dos sistemas 1 e 2 foram construídos com base em quatro premissas: (1) Sem Reuso; (2) Com Reuso; (3) Com Investimento Inicial; (4) Sem Investimento Inicial. As premissas foram combinadas entre si e formaram quatro cenários para cada Sistema: (1) Com Investimento Inicial (II) e Sem Reuso (SR); (2) Com Investimento Inicial (II) e Com Reuso (SR); (3) Sem Investimento Inicial (II) e Sem Reuso (SR); (4) Sem Investimento Inicial (II) e Com Reuso (SR).

De posse dos parâmetros do fluxo de caixa e das funções de distribuição de probabilidades encontradas, foram gerados, via software Crystal Ball®, 50.000 valores aleatórios de IGP-M, que possibilitaram o cálculo dos valores simulados dos indicadores financeiros VPC e CAUE para cada combinação de premissas dos sistemas 1 e 2.

A partir dos 50.000 valores aleatórios do IGP-M foram encontrados 50.000 valores do para cada combinação de premissas dos sistemas 1 e 2 do VPC e CAUE que permitiram encontrar a função de distribuição de probabilidade do VPC e CAUE.

Os resultados obtidos com a Simulação de Monte Carlo serão apresentados na seção 4.4.

4 Análise e discussão dos resultados

Esta seção é dividida em três subseções: (1) Análise tradicional da Viabilidade Econômico – Financeira, (2) Entradas de Caixa de Breakeven (3) Análise de Sensibilidade e (4) Simulação de Monte Carlo.

4.1 Análise Tradicional da Viabilidade Econômico-financeira

Exposto o projeto de investimento, inicia-se a fase referente à sua avaliação econômico-financeira. Este tipo de avaliação, em geral, almeja quantificar o resultado do investimento. Nesta subseção será apresentado o cálculo determinístico do VPL, VPC e CAUE. Estes métodos consideram as variáveis de caixa e o investimento em valores absolutos, não sendo considerada a incerteza presente. Os valores utilizados para elaboração dos cálculos foram apresentados na Seção 3.

Os fluxos de caixa do Sistema 1 e 2 analisados de acordo com a Tabela 9 e 10 foram reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos permaneceram com valores constantes.

Nestas condições, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1, com um custo de capital de 5%, foi um VPC de -R\$ 42.626,30 e um CAUE -R\$ 3.420,44 que significa, respectivamente, o valor presente dos custos necessário na Data 0 para manter o Sistema funcionando por 20 anos e uma série anual equivalente dos custos. No caso, do Sistema 2, que visa uma melhor eficiência técnica ao utilizar o etanol como doador de elétrons, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 45.252,21 e um CAUE -R\$ 3.631,15.

Os resultados obtidos pelo VPC (Tabela 12) demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 2.625,92, independente da premissa. Isso ocorre porque o Sistema 1 recebe o esgoto bruto como doador de elétron para as bactérias desnitrificantes na fase anóxica e o custo dessa operação é zero porque ela utiliza o próprio esgoto como fonte. Enquanto que o Sistema 2 recebe o etanol como doador de elétron para as bactérias desnitrificantes na fase anóxica, o que gera um custo extra com o etanol.

Tabela 1 (4) - Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos com valores constantes - Custo de capital de 5%

Reator com Esgoto Bruto (1)					
Custo de Capital = 5%		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 54.841,83	-R\$ 5.484,18	-R\$ 4.400,65	-R\$ 440,07
	Com reuso	-R\$ 52.556,67	-R\$ 5.255,67	-R\$ 4.217,28	-R\$ 421,73
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 44.911,46	-R\$ 4.491,15	-R\$ 3.603,81	-R\$ 360,38
	Com reuso	-R\$ 42.626,30	-R\$ 4.262,63	-R\$ 3.420,44	-R\$ 342,04
Reator com Etanol (2)					
		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 57.467,74	-R\$ 5.746,77	-R\$ 4.611,36	-R\$ 461,14
	Com reuso	-R\$ 55.182,58	-R\$ 5.518,26	-R\$ 4.427,99	-R\$ 442,80
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 47.537,37	-R\$ 4.753,74	-R\$ 3.814,52	-R\$ 381,45
	Com reuso	-R\$ 45.252,21	-R\$ 4.525,22	-R\$ 3.631,15	-R\$ 363,12

Fonte: Elaboração Própria

Com um custo de capital de 12%, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1 foi um VPC de -R\$ 25.122,08 e um CAUE -R\$ 3.363,31. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 26.669,29 e um CAUE -R\$ 3.570,45. Os resultados obtidos pelo VPC (Tabela 13) demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ R\$ 1.547,21, independente da premissa.

Tabela 2 (4)- Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos com valores constantes - Custo de capital de 12%

Reator com Esgoto Bruto (1)					
Custo de Capital = 12%		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 36.398,89	-R\$ 3.639,89	-R\$ 4.873,04	-R\$ 487,30
	Com reuso	-R\$ 35.052,45	-R\$ 3.505,25	-R\$ 4.692,78	-R\$ 469,28
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 26.468,52	-R\$ 2.646,85	-R\$ 3.543,57	-R\$ 354,36
	Com reuso	-R\$ 25.122,08	-R\$ 2.512,21	-R\$ 3.363,31	-R\$ 336,33
Reator com Etanol (2)					
		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 37.946,10	-R\$ 3.794,61	-R\$ 5.080,18	-R\$ 508,02
	Com reuso	-R\$ 36.599,66	-R\$ 3.659,97	-R\$ 4.899,92	-R\$ 489,99
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 28.015,73	-R\$ 2.801,57	-R\$ 3.750,71	-R\$ 375,07
	Com reuso	-R\$ 26.669,29	-R\$ 2.666,93	-R\$ 3.570,45	-R\$ 357,05

Fonte: Elaboração Própria

Ademais, observa-se que, tanto no Sistema 1 como no Sistema 2, os cenários compostos pela hipótese “sem investimento inicial” apresentaram um VPC menor que os

cenários compostos pela hipótese “com investimento inicial”. A diferença entre esses cenários foi de R\$ 9.930,37, que corresponde exatamente ao valor do Investimento Inicial de cada Sistema.

Enquanto que, a diferença entre os fluxos de caixa que consideram a premissa “Sem Reuso” foi de R\$ 18.442,94 e de R\$ 17.504,21 nos fluxos que consideram a premissa “Com Reuso”.

Neste sentido, como era de se esperar, o melhor resultado considera as premissas “Com Reuso e Sem Investimento Inicial”. Isso quer dizer que, quanto maior for a tarifa de água, mais viável torna-se o projeto, ou seja, a tarifa de água apresenta uma relação negativa com o VPC. É importante ressaltar que, a tarifa de água é analisada do ponto de vista da receita porque significa o que o empreendimento habitacional deixa de gastar com tarifas de água e esgoto cobradas das companhias estaduais de saneamento básico ao utilizar água de reuso oriunda do sistema. Enquanto que, a premissa sem investimento inicial considera que o custo de construção e instalação do sistema esteja implícito no custo de construção do empreendimento.

Em seguida, foram analisados os resultados dos fluxos de caixa do Sistema 1 e 2 que foram reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), a taxa constante até 2023 (ano 10) e valores constante até 2033 (ano 20).

Nestas condições, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1, com um custo de capital de 5%, foi um VPC de -R\$ 51.553,94 e um CAUE -R\$ 4.136,82. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 54.590,00 e um CAUE -R\$ 4.830,44. Os resultados obtidos pelo VPC (Tabela 14) demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 3.036,06, independente da premissa.

Tabela 3 (4) - Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), a taxa constante até 2023 (ano 10) e valores constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 5%

Reator com Esgoto Bruto (1)					
Custo de Capital = 5%		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 64.126,39	-R\$ 6.412,64	-R\$ 5.145,67	-R\$ 514,57
	Com reuso	-R\$ 61.484,31	-R\$ 6.148,43	-R\$ 4.933,66	-R\$ 493,37
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 54.196,02	-R\$ 5.419,60	-R\$ 4.348,83	-R\$ 434,88
	Com reuso	-R\$ 51.553,94	-R\$ 5.155,39	-R\$ 4.136,82	-R\$ 413,68
Reator com Etanol (2)					
		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 67.162,45	-R\$ 6.716,25	-R\$ 5.389,29	-R\$ 538,93
	Com reuso	-R\$ 64.520,37	-R\$ 6.452,04	-R\$ 5.177,28	-R\$ 517,73
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 57.232,08	-R\$ 5.723,21	-R\$ 4.592,45	-R\$ 459,25
	Com reuso	-R\$ 54.590,00	-R\$ 5.459,00	-R\$ 4.380,44	-R\$ 438,04

Fonte: Elaboração Própria

Com um custo de capital de 12%, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1 foi um VPC de -R\$ 29.712,74 e um CAUE -R\$ 3.977,91. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 31.439,77e um CAUE -R\$ 4.209,12. Os resultados obtidos pelo VPC (Tabela 15) demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 1.727,04.

Tabela 4 (4)- Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), a taxa constante até 2023 (ano 10) e valores constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 12%

Reator com Esgoto Bruto (1)					
Custo de Capital = 12%		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 41.146,03	-R\$ 4.114,60	-R\$ 5.508,58	-R\$ 550,86
	Com reuso	-R\$ 39.643,11	-R\$ 3.964,31	-R\$ 5.307,37	-R\$ 530,74
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 31.215,66	-R\$ 3.121,57	-R\$ 4.179,11	-R\$ 417,91
	Com reuso	-R\$ 29.712,74	-R\$ 2.971,27	-R\$ 3.977,91	-R\$ 397,79
Reator com Etanol (2)					
		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 42.873,07	-R\$ 4.287,31	-R\$ 5.739,79	-R\$ 573,98
	Com reuso	-R\$ 41.370,14	-R\$ 4.137,01	-R\$ 5.538,58	-R\$ 553,86
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 32.942,70	-R\$ 3.294,27	-R\$ 4.410,33	-R\$ 441,03
	Com reuso	-R\$ 31.439,77	-R\$ 3.143,98	-R\$ 4.209,12	-R\$ 420,91

Fonte: Elaboração Própria

Enquanto que, a diferença entre os fluxos de caixa que consideram a premissa “Sem Reuso” foi de R\$ 22.980,36 e de R\$ 21.841,20 nos fluxos que consideram a premissa “Com Reuso”.

Por fim, os fluxos de caixa do Sistema 1 e 2 que foram reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e a uma taxa constante até 2033 (ano 20).

Nestas condições, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1, com um custo de capital de 5%, foi um VPC de -R\$ 62.749,20 e um CAUE -R\$ 5.035,16. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 66.186,85 e um CAUE -R\$ 5.311,00. Os resultados obtidos pelo VPC (Tabela 16) demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ R\$ 3.437,65 entre os sistemas.

Tabela 5 (4)– Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e a uma taxa constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 5%

Reator com Esgoto Bruto (1)					
Custo de Capital = 5%		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 75.671,13	-R\$ 7.567,11	-R\$ 6.072,05	-R\$ 607,20
	Com reuso	-R\$ 72.679,57	-R\$ 7.267,96	-R\$ 5.832,00	-R\$ 583,20
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 65.740,76	-R\$ 6.574,08	-R\$ 5.275,21	-R\$ 527,52
	Com reuso	-R\$ 62.749,20	-R\$ 6.274,92	-R\$ 5.035,16	-R\$ 503,52
Reator com Etanol (2)					
		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 79.108,78	-R\$ 7.910,88	-R\$ 6.347,89	-R\$ 634,79
	Com reuso	-R\$ 76.117,22	-R\$ 7.611,72	-R\$ 6.107,84	-R\$ 610,78
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 69.178,41	-R\$ 6.917,84	-R\$ 5.551,05	-R\$ 555,11
	Com reuso	-R\$ 66.186,85	-R\$ 6.618,69	-R\$ 5.311,00	-R\$ 531,10

Fonte: Elaboração Própria

Com um custo de capital de 12%, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1 foi um VPC de -R\$ 34.061,50 e um CAUE -R\$ 4.560,11. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 35.925,59 e um CAUE -R\$ 4.809,67. Os resultados obtidos pelo VPC (Tabela 17) demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 1.864,09.

Tabela 6 (4)- Resultado do VPC e CAUE do Sistema 1 e 2 com fluxos de caixa reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e a uma taxa constante até 2033 (ano 20) – custo de capital de 12%

Reator com Esgoto Bruto (1)					
Custo de Capital = 12%		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 45.614,06	-R\$ 4.561,41	-R\$ 6.106,75	-R\$ 610,68
	Com reuso	-R\$ 43.991,87	-R\$ 4.399,19	-R\$ 5.889,58	-R\$ 588,96
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 35.683,69	-R\$ 3.568,37	-R\$ 4.777,29	-R\$ 477,73
	Com reuso	-R\$ 34.061,50	-R\$ 3.406,15	-R\$ 4.560,11	-R\$ 456,01
Reator com Etanol (2)					
		VPC (anual)	VPC (anual/hab)	CAUE (anual)	CAUE (anual/hab)
Com II	Sem Reuso	-R\$ 47.478,15	-R\$ 4.747,81	-R\$ 6.356,32	-R\$ 635,63
	Com reuso	-R\$ 45.855,96	-R\$ 4.585,60	-R\$ 6.139,14	-R\$ 613,91
Sem II	Sem Reuso	-R\$ 37.547,78	-R\$ 3.754,78	-R\$ 5.026,85	-R\$ 502,69
	Com reuso	-R\$ 35.925,59	-R\$ 3.592,56	-R\$ 4.809,67	-R\$ 480,97

Fonte: Elaboração Própria

Enquanto que, a diferença entre os fluxos de caixa que consideram a premissa “Sem Reuso” foi de R\$ 30.057,07 nos fluxos que consideram a premissa “Sem Reuso” e de R\$ 28.687,70 nos fluxos que consideram a premissa “Com Reuso”.

Os resultados expostos neste estudo referem-se à fase experimental do projeto que atende a 10 habitantes, sendo assim o custo anual uniforme equivalente por habitante, no melhor cenário, seria de R\$ 336,33. Enquanto que, o custo anual por habitante beneficiado pela Tarifa Social da Compesa é de R\$ 154,08 (tarifa de água + esgotamento sanitário), isso significa um custo incremental por habitante de R\$ 182,25 para implementar um Sistema Compartimentado nos empreendimentos habitacionais.

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (2011), estima-se que para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, R\$ 4,00 são economizados no tratamento das doenças oriundas da ausência de esgotamento sanitário. Nesse caso, haveria uma redução de R\$ 729,01 no Sistema Único de Saúde por habitante.

Contudo, é importante ressaltar que, o sistema descentralizado minimiza os custos com coletores, interceptores e emissários, estações elevatórias, estações de tratamento e disposição de efluentes e lodo exigidos por uma estação de tratamento de esgoto centralizada. Ademais, a adoção de Sistemas, ou seja, estações descentralizadas, reduz os impactos ambientais negativos causados pelas estações centralizadas: supressão de cobertura vegetal e das obras como poeira, ruídos, riscos de acidentes, ocorrência de odores fétidos, disposição do

lodo, que pode contaminar o solo, as águas superficiais e subterrâneas (DELTA SANEAMENTO, 2015).

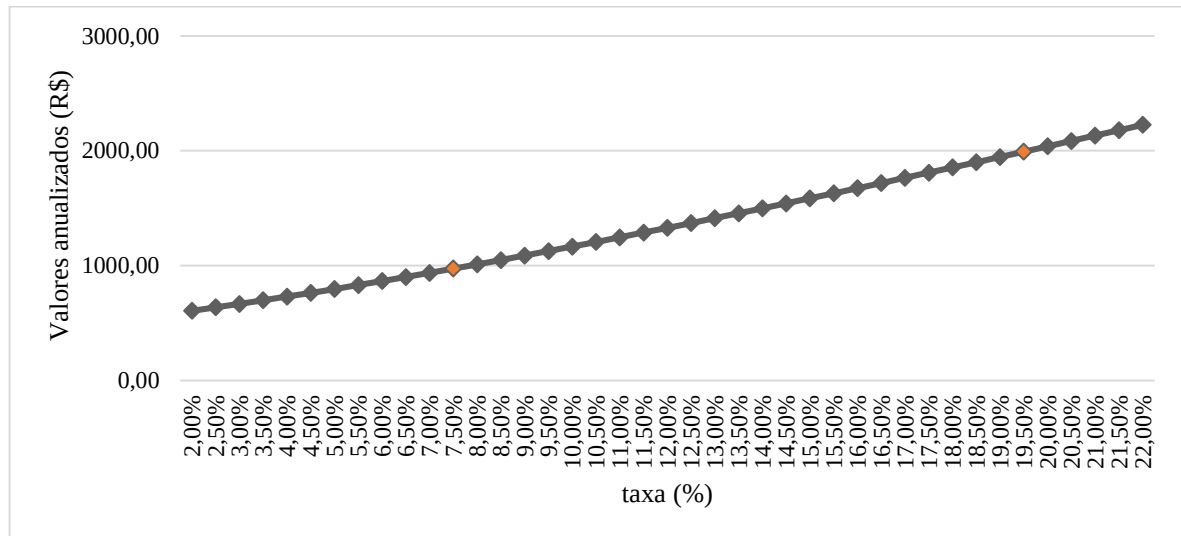
4.2 Entradas de Caixa de *Breakeven*

A entrada de caixa de *Breakeven* considera um nível mínimo de entrada de caixa necessário para que os sistemas sejam aceitáveis, ou seja, valor mínimo necessário para obter o retorno do investimento. A mensuração das entradas de caixa de *Breakeven* é realizada a partir do custo de capital, do número de anos e do investimento inicial, conforme descrito na seção 3.2.1.

Baseado nisso, este estudo realizou uma simulação utilizando a técnica em questão com o intuito de investigar a sensibilidade das entradas de caixa em função da variação do custo de capital obtendo-se, para um investimento inicial de R\$ R\$ 9.930,37 e uma vida útil de 20 anos, uma relação positiva entre as entradas de caixa e o custo de capital. Dessa forma, quanto maior for o custo de capital, maior a entrada de caixa requerida para que o projeto seja considerado viável (Gráfico 1).

A análise de sensibilidade das entradas de caixa de *Breakeven* demonstra que até a taxa de 7,50% o projeto exigirá entradas mínimas de caixa menor que R\$ 1.000,00 ao ano. Ademais, a análise demonstra que é necessário ultrapassar o custo de capital de 19,50% para que o projeto demande entradas mínimas de caixa maior que R\$ 2.000,00.

De acordo com a FUNASA (2011) para cada R\$1,00 investido em saneamento, R\$4,00 são economizados no tratamento das doenças oriundas da ausência de esgotamento sanitário. Dessa forma, para entradas mínimas requeridas de R\$ 1.329,47, ao custo de capital de 12% a.a., seriam economizados R\$ 5.317,86 no Sistema Único de Saúde.

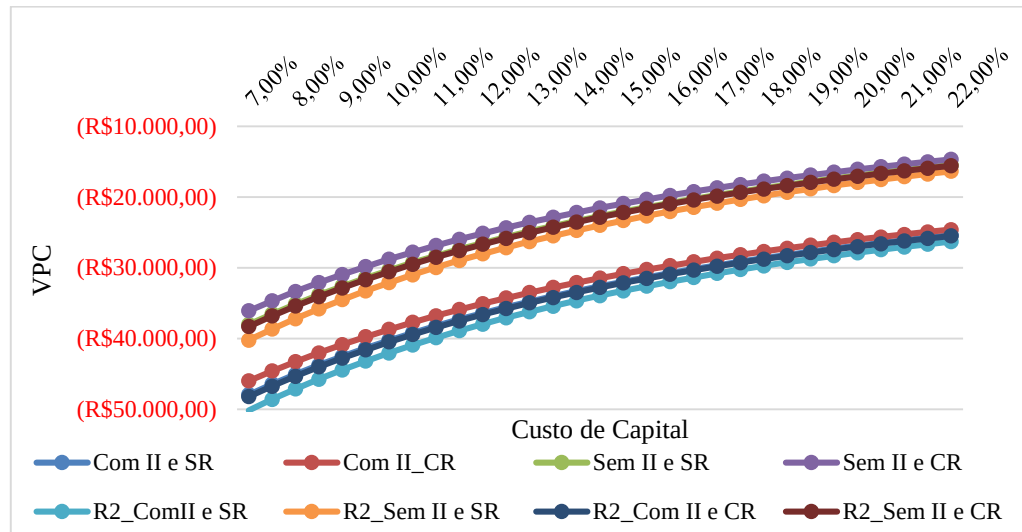
Figura 6 (4)- Entradas de Caixa de Breakeven

Fonte: Elaboração Própria

4.3 Análise de Sensibilidade

O objetivo da análise de sensibilidade é determinar os parâmetros mais importantes do projeto e aqueles capazes de influenciar fortemente os resultados dos indicadores financeiros tradicionais. O parâmetro financeiro considerado para a análise de sensibilidade dos indicadores tradicionais foi o custo de capital, por ser a variável mais sensibilizadora.

A Figura 7, abaixo, apresenta graficamente o impacto da variação do custo de capital nos resultados do Valor Presente de Custo (VPC) dos sistemas compartimentados. O resultado indica que todas as variações no custo de capital (%) apresentaram uma relação negativa com relação ao VPC. Isso quer dizer que o custo do projeto a valor presente diminui à medida que o custo do capital aumenta, tornando o projeto menos inviável.

Figura 7 (4) - Sensibilidade do VPC ao Custo de Capital

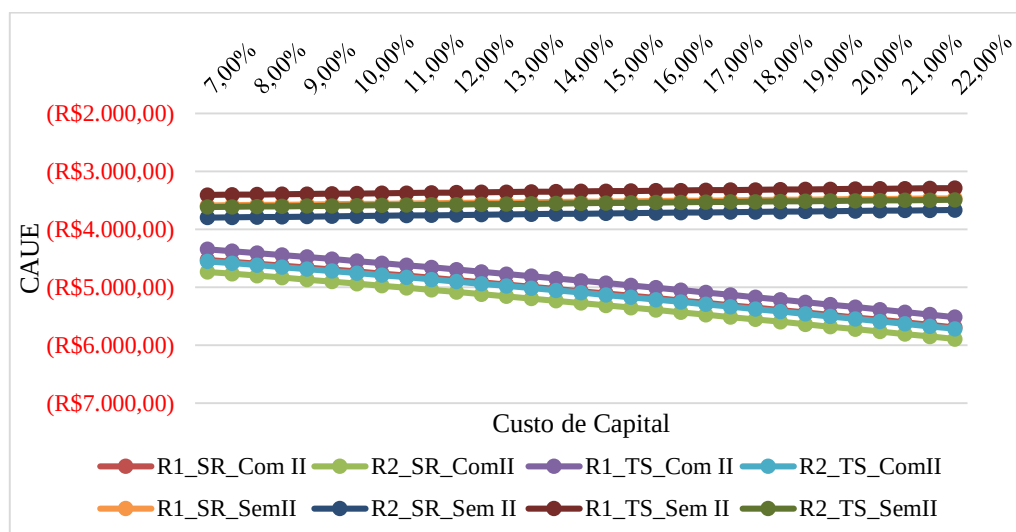
Fonte: Elaboração Própria

Contudo, observa-se que, nas premissas com investimento inicial, o aumento do custo de capital faz com que o VPC tenda ao valor do investimento inicial. Enquanto que, nas premissas sem investimento, o aumento do custo de capital conduz o VPC a zero, que é o limite, ou seja, o aumento do custo de capital, por si só, não transformará os resultados de negativos para positivos.

Assim como foi apresentado na seção 4.1.2, os valores obtidos pelos sistemas apresentaram o mesmo comportamento, o Sistema 2 apresenta valores maiores que o Sistema 1, e as premissas que consideraram o investimento inicial no seu cálculo tiveram um custo mais elevado.

A análise de sensibilidade do impacto da variação do custo de capital nos resultados do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), Figura 8, apresenta dois comportamentos distintos. No caso da premissa “sem investimento inicial” os resultados apresentam uma relação negativa, ou seja, quanto maior o custo de capital, menor o CAUE. Enquanto que a premissa “com investimento inicial” apresenta uma relação positiva, quanto maior o custo de capital, maior o CAUE.

Ademais, observa-se que, nas premissas com investimento inicial, o aumento do custo de capital faz com que o CAUE tenda a valores infinitos. Enquanto que, nas premissas sem investimento, o aumento do custo de capital conduz o CAUE a valores do fluxo de caixa que é o limite, a partir disso, pode-se continuar aumentando o custo de capital, que o CAUE permanecerá constante.

Figura 8 (4) - Sensibilidade do CAUE ao Custo de Capital

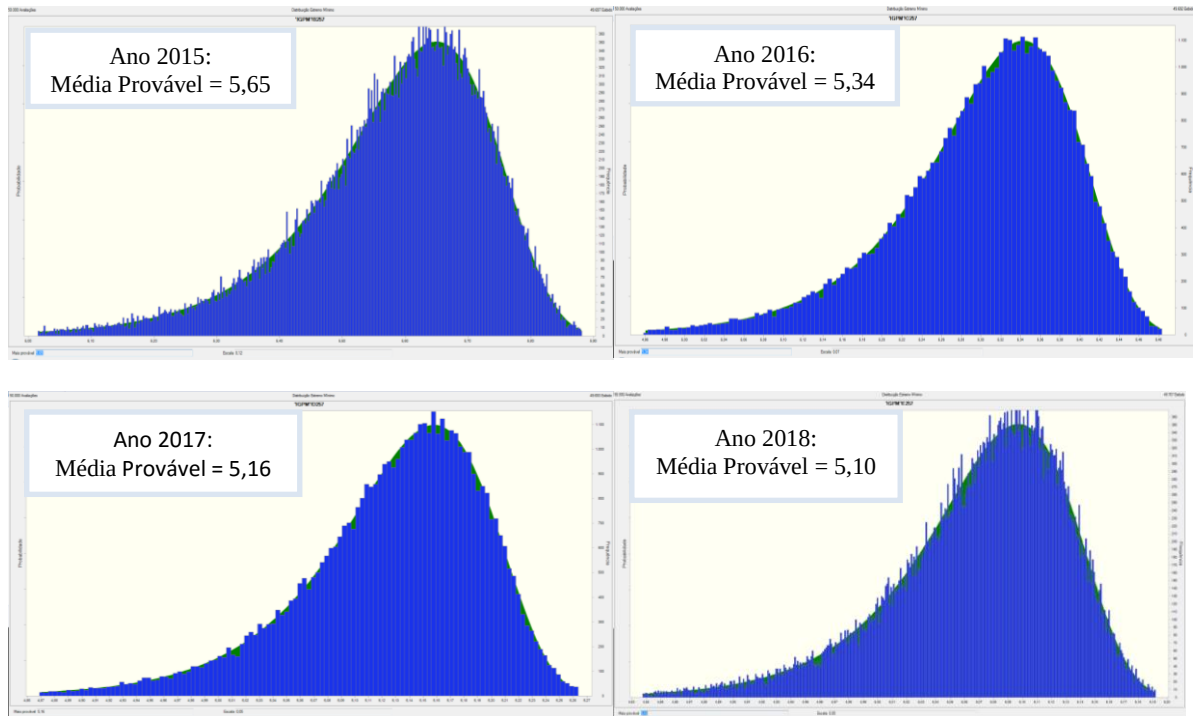
Fonte: Elaboração Própria

4.4 Simulação de Monte Carlo

A função de distribuição de probabilidade que melhor se adequa aos dados do Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) foi o Extremo Mínimo de Distribuição. O IGP-M é o indexador da tarifa de energia elétrica e da tarifa de água, que são as variáveis mais significativas presentes no fluxo de caixa do projeto.

Tabela 18 (4) - Extremo Mínimo Distribuição do IGP-M

<i>Estatística</i>	<i>Extremo Mínimo Distribuição</i>			
	2015	2016	2017	2018
Avaliações	-----	-----	-----	-----
Caso base	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	5,58	5,30	5,13	5,07
Mediana	5,61	5,32	5,14	5,08
Moda	5,65	5,34	5,16	5,10
Desvio Padrão	0,15	0,09	0,07	0,06
Variância	0,02	0,01	0,00	0,006
Obliquidade	-1,14	-1,14	-1,14	-1,14
Curtose	5,40	5,40	5,40	5,40
Coefficiente de variação	0,0275	0,0176	0,0137	0,0124
Mínimo	-Inf.	-Inf.	-Inf.	-Inf.
Máximo	+Inf.	+Inf.	+Inf.	+Inf.
Erro Padrão Média	-----	-----	-----	-----

Figura 9 (4) - Extremo Mínimo Distribuição do IGP-M

Na simulação, é importante ressaltar os valores do percentil que define o menor valor de um conjunto de “n” valores de uma variável, ordenados de forma crescente (BITTENCOURT, 2005). Neste caso, foi considerado um percentil de 10%, isso significa que esse valor é maior que os primeiros 10% dos outros valores ordenados de forma crescente e inferior aos 90% dos valores restantes, conforme Tabela.

Tabela 7 (4) - Percentil do IGP-M (anual)

Percentil	Extremo Mínimo Distribuição			
	2015	2016	2017	2018
0%	-Infinito	-Infinito	-Infinito	-Infinito
10%	5,38	5,18	5,04	4,99
20%	5,47	5,23	5,08	5,02
30%	5,53	5,27	5,10	5,05
40%	5,57	5,29	5,12	5,06
50%	5,61	5,32	5,14	5,08
60%	5,64	5,34	5,15	5,09
70%	5,67	5,36	5,17	5,11
80%	5,71	5,38	5,18	5,12
90%	5,75	5,40	5,20	5,14
100%	+Infinito	+Infinito	+Infinito	+Infinito

Os resultados do segundo passo estão refletidos no resultado do terceiro passo que é a função de distribuição de probabilidade do VPC e CAUE. A função de destruição de

probabilidade do VPC e CAUE foram uma Distribuição Lognormal, que estão detalhadas no Apêndice A. A curva Lognormal, por sua vez, aparece naturalmente como produto de várias variáveis independentes, assim como uma distribuição normal aparece quando são somadas várias variáveis independentes. Muito embora, os dados resultantes de uma distribuição Lognormal possam ser analisados segundo uma distribuição Normal se tratado com o logaritmo dos dados ao invés dos valores originais.

Neste sentido, os principais resultados analisados na primeira simulação realizada do Sistema 1 (Com Esgoto Bruto) para a premissa “Com Investimento Inicial e Sem Reuso” apresentam o valor mínimo do VPC de -R\$ 45.760,95, o valor máximo de -R\$ 44.608,93, a média de -R\$ 45.440,19 e o desvio padrão de 117,76. Enquanto que, o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de -R\$ 6.126,42, o valor máximo de -R\$ 5.972,19, a média de -R\$ 6.083,48 e o desvio padrão de 15,77.

A segunda simulação considera a premissa “Com Investimento Inicial e Com Reuso” e apresenta o valor mínimo do VPC de -R\$ 44.143,38, o valor máximo de -R\$ 43.066,88, a média de -R\$ 43.825,75 e o desvio padrão de 112,48. Enquanto que o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de R\$ 5.909,86, o valor máximo de -R\$ 5.765,74, a média de -R\$ 5.867,34 e o desvio padrão de 15,06.

A terceira simulação realizada considera a premissa “Sem Investimento Inicial e Sem Reuso” e apresenta o valor mínimo do VPC de -R\$ 35.822,45, o valor máximo de -R\$ 34.497,64, a média de -R\$ 35.509,71 e o desvio padrão de 118,27. Enquanto que o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de R\$ 4.795,87, o valor máximo de -R\$ 4.618,50, a média de -R\$ 4.754,00 e o desvio padrão de 15,83.

A quarta simulação realizada considera a premissa “Sem investimento inicial e Com Reuso” e apresenta o valor mínimo do VPC -R\$ 34.187,87, o valor máximo de -R\$ 33.045,09, a média de -R\$ 33.894,84 e o desvio padrão de 112,55. Enquanto que o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de -R\$ 4.577,03, o valor máximo de -R\$ 4.424,04, a média de -R\$ 4.537,80 e o desvio padrão de 15,07.

A Tabela 18 contempla os valores dos VPC's e CAUE's que corresponde ao decil, que é qualquer um dos nove valores que dividem em dez partes iguais os dados ordenados de uma variável, de modo que cada parte representa 1/10 da amostra. Dessa forma, o primeiro decil de 10%, por exemplo, corresponde ao VPC de R\$ -45.576,70, significando dizer que este valor é o ponto de corte para 10% dos dados mais baixos. O 5º decil é o ponto de corte

para 50% dos dados e significa a mediana. Por fim o 9º decil, que é o limite para 90% dos dados mais baixos.

Tabela 20 (4) - Decil do Sistema 1 (Com Esgoto Bruto)

Sistema 1 - Esgoto Bruto	Valores Previstos de VPC (-R\$)			Valores Previstos do CAUE (-R\$)		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%
Com Investimento inicial e Sem Reuso	45.576,79	45.454,92	45.286,60	6.101,76	6.085,45	6.062,92
Com Investimento inicial e Com Reuso	43.955,54	43.839,44	43.679,07	5.884,71	5.869,17	5.847,70
Sem Investimento inicial e Sem Reuso	35.645,56	35.524,62	35.355,77	4.772,18	4.755,99	4.733,39
Sem Investimento inicial e Com Reuso	34.025,09	33.908,79	33.747,59	4.555,24	4.539,67	4.518,09

Fonte: Elaboração própria

A primeira simulação realizada para o Sistema 2 considera a premissa “Com Investimento Inicial e Sem Reuso” e apresenta o valor mínimo do VPC de -R\$ 47.643,70, o valor máximo de -R\$ 46.473,89, a média de -R\$ 47.294,49 e o desvio padrão de 124,71. Enquanto que o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de -R\$ 6.378,48, o valor máximo de -R\$ 6.221,87, a média de -R\$ 6.331,73 e o desvio padrão de 16,70.

A segunda simulação considera a premissa “Com Investimento Inicial e Com Reuso” e apresenta o valor mínimo do VPC de -R\$ 46.005,88, o valor máximo de -R\$ 44.703,64, a média de -R\$ 45.679,46 e o desvio padrão de 119,55. Enquanto que o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de -R\$ 6.159,21, o valor máximo de -R\$ 5.984,87, a média de -R\$ 6.115,51 e o desvio padrão de 16,01.

A terceira simulação considera a premissa “Sem Investimento Inicial e Sem Reuso” e apresenta o valor mínimo do VPC de -R\$ 37.703,15, o valor máximo de -R\$ 36.511,53, a média de -R\$ 37.364,65 e o desvio padrão de 123,92. Enquanto que o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de -R\$ 5.047,65, o valor máximo de -R\$ 4.888,12, a média de -R\$ 5.002,33 e o desvio padrão de 16,59.

A quarta simulação realizada considera a premissa “Sem Investimento Inicial e Com Reuso” e apresenta o valor mínimo do VPC de -R\$ 36.090,66, o valor máximo de -R\$ 34.825,23, a média de -R\$ 35.750,67 e o desvio padrão de 118,78. Enquanto que o resultado da simulação do CAUE apresenta o valor mínimo de -R\$ 4.831,77, o valor máximo de -R\$ 4.662,36, a média de -R\$ 4.786,26 e o desvio padrão de 15,90.

Tabela 21 (4) – Decil do Sistema 2 (Com Etanol)

Sistema 2 - Etanol	Valores Previstos de VPC (-R\$)			Valores Previstos do CAUE (-R\$)		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%
Com Investimento inicial e Sem Reuso	47.439,26	47.309,52	47.131,72	6.351,11	6.333,74	6.309,94
Com Investimento inicial e Com Reuso	45.817,59	45.694,04	45.523,09	6.134,00	6.117,46	6.094,58
Sem Investimento inicial e Sem Reuso	30.806,68	30.706,41	30.568,30	4.124,36	4.110,94	4.092,45
Sem Investimento inicial e Com Reuso	35.888,54	35.764,70	35.594,95	4.804,71	4.788,13	4.765,41

Fonte: Elaboração própria

De acordo com os resultados encontrados nas simulações de Monte Carlo realizadas, as análises baseadas na interpretação de indicadores tradicionais foram extremamente otimistas, contudo pouco representam a realidade, tanto que a probabilidade de ocorrência é menor que 1%.

Neste caso, a simulação de Monte Carlo apresentou-se como uma alternativa bastante razoável, por ser mais ajustada à realidade e capaz de reduzir a incerteza no processo de decisão. Além disso, as análises propiciaram maior confiabilidade e buscaram realizar as inferências para analisar o grau de risco do projeto a fim de oferecer informações simples para a tomada de decisões estratégicas com maior precisão.

5 Conclusão

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a viabilidade econômico-financeira dos sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical de manejo de águas residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais de interesse social, como o programa “Minha Casa Minha Vida”.

O primeiro e o segundo objetivo específico foi avaliar a viabilidade econômico-financeira do sistema compartimentado anaeróbio/aeróbio/anóxica utilizando o esgoto bruto como fonte de carbono na fase anóxica (sistema 1) através do Valor Presente Líquido, Valor Presente de Custo e Custo Anual Uniforme Equivalente.

Neste sentido, os fluxos de caixa do Sistema 1 e 2 que foram reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e os demais anos permaneceram com valores constantes apresentaram como o melhor resultado para o Sistema 1, com um custo de capital de 5%, foi um VPC de -R\$ 42.626,30 e um CAUE -R\$ 3.420,44. No caso, do Sistema 2, que visa uma melhor eficiência técnica ao utilizar o etanol como doador de elétrons, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 45.252,21 e um CAUE -R\$ 3.631,15.

Os resultados obtidos pelo VPC demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 2.625,92, independente da premissa. Isso ocorre porque o Sistema 1 recebe o esgoto bruto como doador de elétron para as bactérias desnitrificantes na fase anóxica e o custo dessa operação é zero porque ela utiliza o próprio esgoto como fonte. Enquanto que o Sistema 2 recebe o etanol como doador de elétron para as bactérias desnitrificantes na fase anóxica, o que gera um custo extra com o etanol.

Com um custo de capital de 12%, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1 foi um VPC de -R\$ 25.122,08 e um CAUE -R\$ 3.363,31. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 26.669,29 e um CAUE -R\$ 3.570,45. Os resultados obtidos pelo VPC demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ R\$ 1.547,21, independente da premissa.

Em seguida, foram analisados os resultados dos fluxos de caixa do Sistema 1 e 2 que foram reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5), a taxa constante até 2023 (ano 10) e valores constante até 2033 (ano 20). Nestas condições, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1, com um custo de capital de 5%, foi um VPC de -R\$ 51.553,94 e um CAUE -R\$ 4.136,82. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado

encontrado foi um VPC de -R\$ 54.590,00 e um CAUE -R\$ 4.830,44. Os resultados obtidos pelo VPC demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 3.036,06, independente da premissa.

Com um custo de capital de 12%, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1 foi um VPC de -R\$ 29.712,74 e um CAUE -R\$ 3.977,91. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 31.439,77 e um CAUE -R\$ 4.209,12. Os resultados obtidos pelo VPC demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 1.727,04.

Por fim, os fluxos de caixa do Sistema 1 e 2 que foram reajustados pelo sistema de expectativa do IGP-M até o ano de 2018 (ano 5) e a uma taxa constante até 2033 (ano 20). Nestas condições, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1, com um custo de capital de 5%, foi um VPC de -R\$ 62.749,20 e um CAUE -R\$ 5.035,16. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 66.186,85 e um CAUE -R\$ 5.311,00. Os resultados obtidos pelo VPC demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ R\$ 3.437,65 entre os sistemas.

Com um custo de capital de 12%, o melhor resultado encontrado para o Sistema 1 foi um VPC de -R\$ 34.061,50 e um CAUE -R\$ 4.560,11. No caso, do Sistema 2, o melhor resultado encontrado foi um VPC de -R\$ 35.925,59 e um CAUE -R\$ 4.809,67. Os resultados obtidos pelo VPC demonstram que a diferença financeira entre o Sistema 1 e 2 é fixa em R\$ 1.864,09.

Por fim, o melhor resultado encontrado considera as premissas “Com Reuso e Sem Investimento Inicial”. Isso quer dizer que, quanto maior for a tarifa de água, mais viável torna-se o projeto, ou seja, a tarifa de água apresenta uma relação negativa com o VPC. É importante ressaltar que, a tarifa de água é analisada do ponto de vista da receita porque significa o que o empreendimento habitacional deixa de gastar com tarifas de água e esgoto cobradas das companhias estaduais de saneamento básico ao utilizar água de reuso oriunda do sistema. Enquanto que, a premissa sem investimento inicial considera que o custo de construção e instalação do sistema esteja implícito no custo de construção do empreendimento.

O terceiro objetivo específico consistia na avaliação das incertezas e do risco inerentes ao projeto por meio das entradas de caixa de Breakeven, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo. As entradas de caixa de Breakeven encontrou uma relação positiva entre as

entradas de caixa e o custo de capital. Dessa forma, quanto maior for o custo de capital, maior a entrada de caixa requerida para que o projeto seja considerado viável. A análise de sensibilidade das entradas de caixa de Breakeven demonstrou que até a taxa de 7,50% o projeto exigirá entradas mínimas de caixa menor que R\$ 1.000,00 ao ano. Ademais, a análise demonstra que é necessário ultrapassar o custo de capital de 19,50% para que o projeto demande entradas mínimas de caixa maior que R\$ 2.000,00.

A análise de sensibilidade indicou que todas as variações no custo de capital (%) apresentaram uma relação negativa com relação ao VPC. Isso quer dizer que o custo do projeto a valor presente diminui à medida que o custo do capital aumenta, tornando o projeto menos inviável.

Contudo, observa-se que, nas premissas com investimento inicial, o aumento do custo de capital faz com que o VPC tenda ao valor do investimento inicial. Enquanto que, nas premissas sem investimento, o aumento do custo de capital conduz o VPC a zero, que é o limite, ou seja, o aumento do custo de capital, por si só, não transformará os resultados de negativos para positivos.

A análise de sensibilidade do impacto da variação do custo de capital nos resultados do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) apresentou dois comportamentos distintos. No caso da premissa “sem investimento inicial” os resultados apresentam uma relação negativa, ou seja, quanto maior o custo de capital, menor o CAUE. Enquanto que a premissa “com investimento inicial” apresenta uma relação positiva, quanto maior o custo de capital, maior o CAUE.

Ademais, observa-se que, nas premissas com investimento inicial, o aumento do custo de capital faz com que o CAUE tenda a valores infinitos. Enquanto que, nas premissas sem investimento, o aumento do custo de capital conduz o CAUE a valores do fluxo de caixa que é o limite, a partir disso, pode-se continuar aumentando o custo de capital, que o CAUE permanecerá constante.

A Simulação de Monte Carlo constatou que resultados encontrados pelo método tradicional foram extremamente otimistas e pouco representam a realidade, tanto que a probabilidade de ocorrência é menor que 1%.

Neste caso, a simulação de Monte Carlo apresentou-se como uma alternativa bastante razoável, por ser mais ajustada à realidade e capaz de reduzir a incerteza no processo de decisão. Além disso, as análises propiciaram maior confiabilidade e buscaram realizar as

inferências para analisar o grau de risco do projeto a fim de oferecer informações simples para a tomada de decisões estratégicas com maior precisão.

6 Considerações Finais

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômico-financeira dos sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical de manejo de águas residuárias de origem doméstica em empreendimentos habitacionais de interesse social, como o programa “Minha Casa Minha Vida”.

Esta dissertação apresentou uma metodologia que integra métodos tradicionais de avaliação de projetos, como VPC e CAUE, combinados com o método de Monte Carlo como ferramenta de simulação para análise de risco. O método aplicado consiste em duas etapas, sendo que na etapa 1 é descrita a aplicação das situações de certeza (considerada na análise de investimento), enquanto que na etapa 2 é realizada a análise da situação de risco. Ainda essas etapas são subdivididas em passos, os quais são todos descritos. A simulação de Monte Carlo foi realizada com o uso do software de análise de risco Crystal Ball®, em conjunto com a planilha eletrônica Microsoft Excel®, por ser considerado um software de interface relativamente simples e amplamente conhecido.

Ao utilizar a simulação de Monte Carlo como uma técnica para auxiliar na decisão de investimento de projetos, buscou-se analisar as situações que propiciam maior confiabilidade nos resultados para o projeto, tendo em vista que os indicadores normalmente utilizados para esse tipo de análise podem não captar bem a realidade em poucos cenários, comportando-se de forma não prevista.

Aplicando a metodologia proposta na análise de investimentos para a implantação de um projeto em estação de tratamento de esgoto descentralizado, foi possível obter informações simples para a tomada de decisões estratégicas com maior precisão e confiabilidade, buscando realizar as inferências para analisar o grau de risco do projeto. Além disso, o método de Monte Carlo foi capaz de reduzir a incerteza, sem adição significativa de tempo e custo, sendo necessários apenas conhecimentos estatísticos para aplicação da metodologia e leitura dos dados.

O grande diferencial deste trabalho foi tratar o estudo de viabilidade a partir de dados reais relacionados à implementação e operação de um sistema compartimentado anaeróbico – aeróbio – anóxica vertical, que visa tratar o esgoto de forma descentralizada.

Também merece destaque o Método de Simulação de Monte Carlo (SMC) para a geração das 50.000 séries sintéticas, aplicadas no cálculo dos indicadores financeiros

probabilísticos, fornecendo resultados mais consistentes e confiáveis, pois é incorporado o caráter aleatório ao fluxo de caixa. Com isso, foi possível aferir até que ponto as oscilações do IGP-M irão influir nos fluxos de caixa futuros do projeto, o denominado “risco”.

A análise de sensibilidade, realizada na seção 4.2, foi extremamente útil para verificar o parâmetro mais importante do projeto, enfim, aqueles capazes de contribuir para melhores resultados de Valor Presente de Custo (VPC) e Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE). Foi verificado que os indicadores financeiros, mencionados acima, são bastante sensíveis às oscilações do custo de capital.

A despeito do resultado, essa dissertação busca fomentar novos estudos de viabilidade econômico-financeira, principalmente no âmbito da RENTED, a partir dos dados de construção e implementação de outros sistemas. A RENTED é composta por 13 universidades federais que trabalham paralelamente na construção e operação de outras estações de tratamento de esgoto descentralizadas, que poderiam ser objeto de novos estudos de viabilidade.

Diante de tudo o que foi exposto, espera-se que este trabalho possa fornecer condições para a tomada de decisão e que também fomente novos estudos de viabilidade sob o prisma econômico-financeiro. Com esse propósito, seguem abaixo algumas recomendações para trabalhos futuros:

- Estudos de viabilidade econômico-financeira de estações de tratamento de esgoto utilizando-se da teoria de opções reais;
- Utilizar valores contínuos ao invés de valores discretos;
- Utilizar outros indexadores como o IPCA e IPC;
- Estudos de viabilidade econômico-financeira com análise de cenários tradicionais e probabilísticos, a partir da aplicação de diferentes valores de tarifas de energia e de água;
- Realizar um estudo econômico comparativo entre uma estação de tratamento de esgoto centralizada e uma estação de tratamento de esgoto descentralizada.

Referências

Associação Brasileira das Concessionárias (ABCON). Disponível em: <http://www.abcon.com.br/perf_01.php> Acesso em: 20 nov. 2013

ABREU, V. B. de. **Análise da viabilidade econômico-financeira da energia eólica diante do novo contexto do setor elétrico.** 2008.96 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

Agência Nacional de Águas. _Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA). Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2013.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Sistema de levantamento de preços. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Estado_Municipio.asp> . Acesso em: 19 jan. 2015.

ARAÚJO, R. O.; BAIDYA, T. K. N.. **Avaliação de opções reais através do método dos mínimos quadrados de Monte Carlo.** XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Santa Catarina: Florianópolis, 2004

ASSAF NETO, A. **Os métodos quantitativos de análise de investimentos.** Caderno de Estudo no 06, FIECAFI: São Paulo, p.79, 1992

Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE) . PLANSAB é aprovado no Conselho das Cidades. Disponível em:< <http://www.assemae.org.br/integra-noticia.asp?id=2056> >. Acesso em: 26 ago. 2014.

BOTTEON,C. **Apostila de Indicadores de Rentabilidade.** CEPAL: Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.cep.al.org/ilpes/noticias/paginas/0/35920/indicadores-portugues.pdf>> Acesso em: 28 fev. 2015

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 24 mar. 2014.

_____. Plano Nacional de Saneamento Básico é aprovado com previsão de investimento de R\$ 508,5 bi até 2030. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/excluir-historico-nao-sera-migrado/plano-nacional-de-saneamento-basico-e-aprovado-com-previsao-de-investimento-de-r-508-5-bi-ate-2030>> Acesso em: 09 set. 2014.

_____.Decreto 24.643/1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm > Acesso em: 13 dez. 2014.

_____. Lei 11.445/2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm > Acesso em: 13 dez. 2014.

_____. Lei das concessões 8.987/1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987compilada.htm> Acesso em: 13 dez. 2014.

_____. RESOLUÇÃO RECOMENDADA N. 62. Disponível em: <<http://www.aguaonline.com.br/materias.php?id=2724&cid=1&edicao=417>> Acesso em: 13 dez. 2014.

_____. RESOLUÇÃO CONAMA N° 357/2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 05 jan. 2015.

_____. PORTAL DA TRANSPARÊNCIA – REDE NACIONAL DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DESCENTRALIZADOS (RENTED). Disponível em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/convenios/DetalhaConvenio.asp?CodConvenio=672201&TipoConsulta=2&UF=ce&CodMunicipio=1389&Municipio=fortaleza&CodOrgao=&Orgao=&Pagina=&Periodo=1>> Acesso em: 11 fev. 2015.

_____. ABNT - NBR 9648 de 1986. Disponível em: <<http://pt.notices-pdf.com/nbr-9648-1986-pdf.html#a0>> Acesso em: 14 de julho de 2015

BITTENCOURT, R.M. **Análise de investimento de uma usina termelétrica: uma abordagem determinística e probabilística**. 2005.137f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005

DA CÁS, F R. **Determinantes da cobertura de esgotamento sanitário no Brasil**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. **Principles of Corporate Finance**. 8 ed. New York: McGraw-Hill, 2005.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C.; ALLEN, F. **Princípios de Finanças Corporativas**. 10 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J.O.. **Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo**. Caderno de Pesquisa em Administração, v.1, n. 6,1998.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/produtos/financiamento/saneamento_para_todos/saiba_mais.asp>. Acesso em: 24 mar. 2013.

CASA CIVIL. Lei de responsabilidade fiscal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm>. Acesso em: 21 nov. 2013.

CAOVILLA, M. **A gestão municipal dos sistemas de água e esgoto do estado de mato grosso: uma abordagem crítica**. 2007. 139 f. . Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CELPE. Estrutura Tarifária da Celpe. Disponível em: <http://servicos.celpe.com.br/residencial-rural/Pages/Alta%20Tens%C3%A3o/tarifas-grupo-a.aspx> . Acesso em: 19 jan. 2015

CHERNICHARO, C.A.L. **Post-treatment options for the anaerobic treatment of domestic wastewater**. Rev. Environmental Science and Biotechnology. v.5, p.73–92, 2006.

COMPESA. Estrutura Tarifária da Compesa. Disponível em: <https://lojavirtual.compesa.com.br:8443/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalAction.do> . Acesso em: 19 jan. 2015

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

CORREA, E. L. **A Viabilidade Econômica do Gás Natural**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis. 2002.

DA CÁS, F R. **Determinantes da cobertura de esgotamento sanitário no Brasil**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DAMODARAN, A. **A avaliação de empresas**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DAMODARAN, A. **A avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

DELTA SANEAMENTO. Saneamento Ambiental através de coleta e tratamento de esgotos. Disponível em: <http://www.deltasaneamento.com.br/noticia/31/saneamento-ambiental-atraves-de-coleta-e-tratamento-de-esgotos#.VOXt9_nF_kU>. Acesso em: 19 fev. 2015.

DICIONÁRIO.Efluente.Disponível em: < <http://www.dicionario.pro.br/index.php/Efluente>>. Acesso em: 08 set. 2014.

Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS). Disponível em: < <http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/comissoes/DNOS.htm>> . Acesso em: 24 mar. 2014.

ESGOTO É VIDA. Disponível em: <http://www.esgotoevida.org.br/efeitos_positivos.php> Acesso em: 20 nov. 2013

Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC). Tratamento do esgoto sanitário. Disponível em: <<http://www.feesc.org.br/site/?pg=projeto-tratamento-de-esgoto-sanitario>> Acesso em: 11 fev. 2015

FONSECA, Y.D. **Técnicas de Avaliação de investimentos: uma breve revisão de literatura**. Disponível em:

http://www.desenbahia.ba.gov.br/recursos/news/video/%7B1FB86F7F-2888-482AB9AA-D9525E1AF7A2%7D_Artigo_05.pdf. Acesso em: 09 jan. 2015

FUNASA. O desafio de universalizar o Saneamento Rural. Dezembro de 2011- Edição nº 10. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/blt_san_rural.pdf . Acesso em: 19 jan. 2015

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas. 1999.

GARBOSSA, L. H. P. et al. **Development and Evaluation of a Radial Anaerobic/Aerobic Reactor Treating Organic Matter and Nitrogen in Sewage**. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v.22, p. 511–519, 2005.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 12ª ed. São Paulo: Person, 2010

GOMES, A. C. C.; MÓL, A. L. R.. **Opções reais como ferramenta para análise de investimentos em tecnologia da informação**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, v. 8, n. 4, p. 318-332, 2013.

LACALLE, M.L et al. **Combined Anaerobic/Aerobic (UASB þ UBAF) System for Organic Matter and Nitrogen Removal from a High Strength Industrial Wastewater**. Water Science and Technology, v.44, p.255–262, 2001.

LANZER, L. M.; WOLFF, D. B. **Saneamento Básico em Nova Petrópolis/RS: Implantação de Sistemas Descentralizados para o Tratamento de Esgotos Sanitários**. Ciênc. Nat. Tecnol., Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 23-40, 2005.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L. ; OLIVEIRA, S. V. W. B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Rev. Adm. Pública, Abr 2011, vol.45, no.2, p.331-348. ISSN 0034-7612

LIMA, R. G. **Tratamento descentralizado de efluentes como alternativa a despoluição dos recursos hídricos da região metropolitana de Aracaju/SE**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2008.

MARQUEZAN, L. H. F.; BRONDANI, G. **Análise de investimentos**. Revista Eletrônica de Contabilidade Curso de Ciências Contábeis UFSM. VOL. iii n. 1 jan-jun/2006.

MELLO, F.; Marina F.(Org.). **Regulação da infraestrutura no Brasil: casos didáticos**. São Paulo: Editora Singular, 2008, p. 163-179. ISBN: 978-85-86626-42

METCALF & EDDY, Inc. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**. New York: McGraw-Hill, 2003. 1384p.

MINARDI, A. M. A. F.. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimento**. Revista de Administração de Empresas, v. 40, n. 2, p. 74-79, 2000.

MINARDI, A. M. A. F.; SAITO, R. **Orçamento de capital**. Revista de Administração de Empresas, v. 47, n. 3, p. 79-83, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/portal-nacional-de-licenciamento-ambiental/licenciamento-ambiental/atualidades-empreendimentos/item/8325>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

MORAIS, J. C., L. FLORENCIO e KATO, M.T. **Avaliação de um sistema de esgotamento e tratamento descentralizado**. In Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, pp. 506-512. Rio de Janeiro, ABES, 1999

MONTEIRO, J. R. R. **Análise de desempenho**. Plano nacional de saneamento. Novembro, 1993.

NAPHI, I. **A framework for the decentralised management of wastewater in Zimbabwe**. Physics and Chemistry of the Earth 29, 1265–1273, 2004.

MEDEIROS NETO, L.B. de. **Análise de risco na avaliação econômico-financeira de empresas: uma abordagem estocástica utilizando simulação de Monte Carlo**. 2009.96 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

NOGAS, P. S. M.; SOUZA, A.; DA SILVA, W. V.. **Análise de investimentos: uma contribuição probabilística ao índice TMA/TIR da metodologia multi-índice**. Revista Iberoamericana de Ciencias Empresariales y Economía, v. 2, n. 2, 2014.

NORMAS LEGAIS. Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/decreto-8166-2013.htm>> Acesso em: 17 dez. 2014

OLIVEIRA, M. H. F. **A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o método de Monte Carlo e o VPL Fuzzy**. 2008. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PAMPLONA E.O; MONTEVECHI, J.A.B. **Apostila do curso de engenharia econômica 2**. UNIFEI, Itajubá, 2005

PEREIRA, M. A.; SECURATO, J. R.. **Estudo exploratório do valor da alavancagem operacional através do fluxo de caixa descontado e das opções reais**. XVI Seminários em Administração, 2013

PINDYCK, R. S. **Irreversible investment, capacity choice, and the value of the firm**. American Economic Review, v. 78, n. 5, p. 969-985, 1988.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO (PMSS). Disponível em: <<http://www.pmss.gov.br/>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

PORTAL BRASIL. Índice Geral de Preços do Mercado - IGP-M. Disponível em: <http://www.portalbrasil.net/igpm.htm>. Acesso em: 28 fev. 2015.

REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS (PROSAB). Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patógenos e substâncias nocivas. Aplicação para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia. Disponível em: < <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabRicardo.pdf> >. Acesso em: 12 fev. 2015.

RAPPAPORT, A. **Creating Shareholder Value: A Guide for Managers and Investors.** New York: Free Press, 1997.

RIBEIRO, D. S. **Estudo da viabilidade de um novo produto para o transporte de resinas petroquímicas.** 2014. 80f. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade de Caxias do Sul, Caixas do Sul, 2009.

ROS, M. J.; VRTOVSEK, B. **Wastewater Treatment and Nutrient Removal in the Combined Reactor.** Water Science and Technology, v.38, p.87–95, 1998.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. **Corporate Finance.** 7 ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

SAIANI, C. C. S.; TONETO JÚNIOR, R. **Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004).** Economia e Sociedade, Campinas, v.19, n, (38), abr. 2010.

SAITO, M. B.; TÁVORA JÚNIOR, J. L.; GOIS DE OLIVEIRA, M. R. **A teoria das opções reais: uma aplicação a projetos de investimento em inovação tecnológica considerando-se o valor da flexibilidade gerencial.** VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010.

SALLES, M. J. **Política nacional de saneamento: percorrendo caminhos em busca da universalização.** 2008. 176 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, A. M. **Tratamento descentralizado de esgotos domésticos em sistemas anaeróbios com posterior disposição do efluente no solo.** 2013. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. **Teoria das opções reais: uma atraente opção no processo de análise de investimentos.** Revista de Administração, v. 40, n. 3, jul/ago/set, p. 235-252, 2005.

SANTOS, S. G. et al. **Comparative research on the use of methanol, ethanol and methane as electron donors for denitrification.** In: Anaerobic digestion. Environmental Engineering Science, v. 21, n.3, p. 313-320, 2004.

SCHROEDER, J. T. et al. **O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento.** Revista Gestão Industrial, v. 01, n. 02: pp. 033-042, 2005. ISSN 1808-0448.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=5>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

TARIFA DA CELPE. Disponível em: <file:///C:/Users/Maria/Downloads/CELPE%20-20Tabela_Tarifas_Reh_1723_2014%20(2014-08)-Convencional-Site-BT%20(1).pdf>
Acesso em: 17 dez. 2014

TAXA DE DEPRECIACÃO. Disponível em:
<<http://www.tj.pr.gov.br/depat/dcp/depreciacao.htm>.> Acesso em: 17 dez. 2014

TRATA BRASIL. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/TrataBrasil/manual-imprensa>>
Acesso em: 21 nov. 2013.

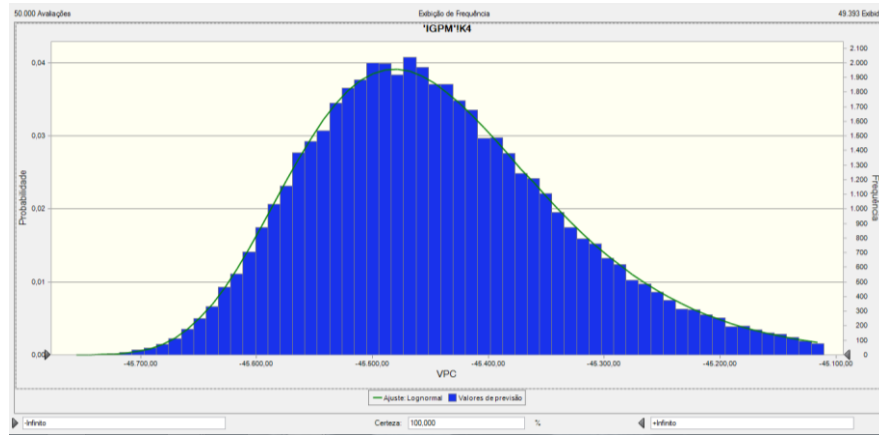
VEY, I.H.; ROSA, R.M. **Utilização do custo anual uniforme equivalente na substituição de frota em empresas de transporte de passageiros.** Revista Eletrônica de Contabilidade, v.1, n.1, set-nov, 2004.

VIANELLO, J. M.; TEIXEIRA, J. P.. **Valoração de opções reais híbridas em projetos modularizados: uma metodologia robusta para investimentos governamentais e privados.** Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, v. 6, n. 2: pp. 103-129, 2012. ISSN 1982-2596

APÊNDICE A – Simulação de Monte Carlo

1. Sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical para remoção de carbono e nitrogênio com esgoto bruto.

a. Sem Receita – Com Investimento Inicial – VPC

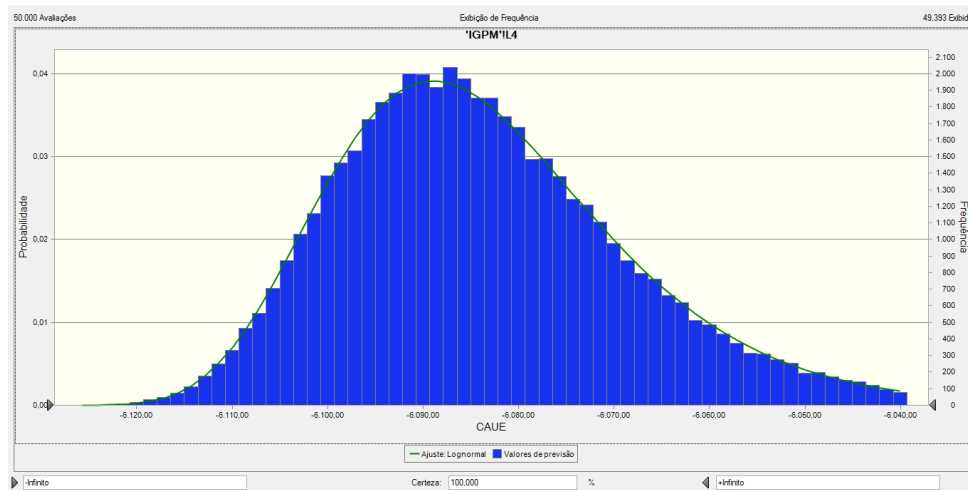


50.000 Avaliações						Exibição do Grau de Adequação		
Classificado por: Qui-quadrado								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	1,4586	0,000	,0040	0,022	122,5920	0,822	Local=-45,903,27; Média=-45,440,21; Desvio Pad
	Gama	8,1544	0,000	,0091	0,000	207,1786	0,000	Local=-45,784,06; Escala=39,61; Forma=8,68031
	Extremo Máx	40,2755	0,000	,0177	0,000	554,1641	0,000	Mais provável=-45,494,79; Escala=98,20
	Logística	198,0910	0,000	,0360	0,000	3,063,2927	0,000	Média=-45,448,33; Escala=65,64
	Weibull	384,1315	0,000	,0622	0,000	3,354,3302	0,000	Local=-45,766,05; Escala=369,80; Forma=3,0676
	T de student	314,0520	---	,0554	---	3,383,9401	0,000	Ponto intermediário=-45,440,19; Escala=102,98;
	Normal	329,1323	0,000	,0526	0,000	4,022,1960	0,000	Média=-45,440,19; Desvio Padrão=117,76
	Beta	332,4649	---	,0527	---	4,070,4476	0,000	Mínimo=-47,109,75; Máximo=-43,770,63; Alfa=10
	Extremo Min	2.212,558	0,000	,1454	0,000	18,841,2194	0,000	Mais provável=-45,377,91; Escala=148,13
	BetaPERT	3,529,843	---	,1572	---	22,699,4958	0,000	Mínimo=-45,762,96; Mais provável=-45,541,37; M
	Triangular	9,479,303	---	,3293	---	34,677,1446	0,000	Mínimo=-45,762,96; Mais provável=-45,541,37; M
	Uniforme	19,570,79	0,000	,4909	0,000	98,543,6099	0,000	Mínimo=-45,760,98; Máximo=-44,608,91
	Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

Estadística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50,000
Caso Base	---	-35,236,55
Média	-45,440,21	-45,440,19
Mediana	-45,454,41	-45,454,91
Moda	-45,481,53	---
Desvio Padrão	117,42	117,76
Variância	13,786,35	13,868,02
Obliquidade	0,7770	0,8270
Curtose	4,09	4,33
Coefficiente de Variação	-0,0026	-0,0026
Mínimo	-45,903,27	-45,760,95
Máximo	+Infinito	-44,608,93
Erro Padrão Média	---	0,53

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-45.903,27	-45.760,95
10%	-45.577,30	-45.576,79
20%	-45.539,47	-45.538,46
30%	-45.509,49	-45.508,58
40%	-45.481,92	-45.481,78
50%	-45.454,41	-45.454,92
60%	-45.425,11	-45.425,95
70%	-45.391,64	-45.392,39
80%	-45.349,48	-45.350,94
90%	-45.285,20	-45.286,60
100%	+Infinito	-44.608,93

b. Sem Receita – Com Investimento Inicial –CAUE

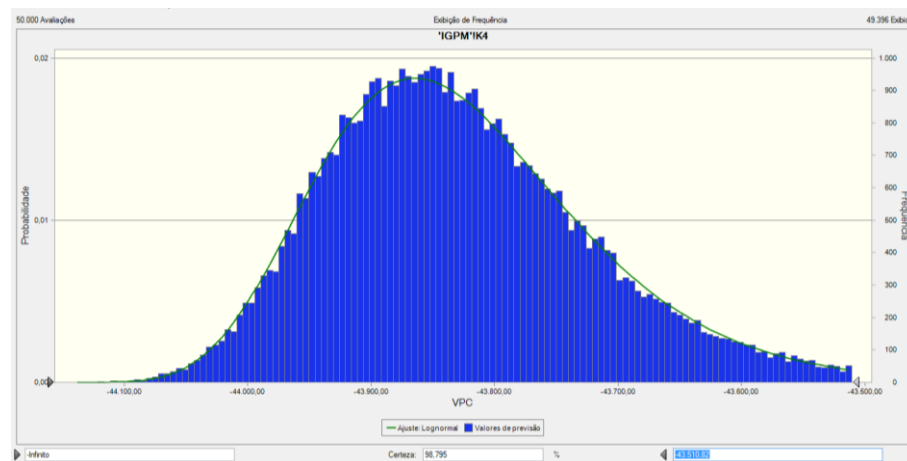


50.000 Avaliações					Exibição do Grau de Adequação			
Classificado por: Qui-quadrado								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	1.4600	0.000	.0040	0.022	122.3534	0.826	Local=-6,145.48; Média=-6,083.48; Desvio Padrã
	Gama	8.1544	0.000	.0091	0.000	207.1786	0.000	Local=-6,129.51; Escala=5.30; Forma=8.6803
	Extremo Máx	40.2755	0.000	.0177	0.000	554.1641	0.000	Mais provável=-6,090.79; Escala=13.15
	Logística	198.0910	0.000	.0360	0.000	3.063.2927	0.000	Média=-6,084.57; Escala=8.79
	Weibull	384.1328	0.000	.0622	0.000	3.354.1485	0.000	Local=-6,127.10; Escala=49.51; Forma=3.06762
	T de student	314.0520	---	.0554	---	3.383.9401	0.000	Ponto intermediário=-6,083.48; Escala=13.79; Gr
	Normal	329.1323	0.000	.0526	0.000	4.022.1960	0.000	Média=-6,083.48; Desvio Padrão=15.77
	Beta	332.4649	---	.0527	---	4.070.4476	0.000	Mínimo=-6,307.00; Máximo=-5.859.96; Alfa=100;
	Extremo Mín	2.212.558	0.000	.1454	0.000	18.841.2194	0.000	Mais provável=-6,075.14; Escala=19.83
	BetaPERT	3.529.843	---	.1572	---	22.699.4958	0.000	Mínimo=-6,126.69; Mais provável=-6,097.02; Máx
	Triangular	9.479.303	---	.3293	---	34.677.1446	0.000	Mínimo=-6,126.69; Mais provável=-6,097.02; Máx
	Uniforme	19.570.79	0.000	.4909	0.000	98.543.6099	0.000	Mínimo=-6,126.42; Máximo=-5.972.19
	Pareto	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste

Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-4.717,43
Média	-6.083,48	-6.083,48
Mediana	-6.085,38	-6.085,45
Moda	-6.089,01	---
Desvio Padrão	15,72	15,77
Variância	247,09	248,56
Obliquidade	0,7768	0,8270
Curtose	4,09	4,33
Coeficiente de Variação	-0,0026	-0,0026
Mínimo	-6.145,48	-6.126,42
Máximo	+Infinito	-5.972,19
Erro Padrão Média	---	0,07

	Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
►	0%	-6.145,48	-6.126,42
	10%	-6.101,83	-6.101,76
	20%	-6.096,77	-6.096,63
	30%	-6.092,75	-6.092,63
	40%	-6.089,06	-6.089,05
	50%	-6.085,38	-6.085,45
	60%	-6.081,46	-6.081,57
	70%	-6.076,98	-6.077,08
	80%	-6.071,33	-6.071,53
	90%	-6.062,73	-6.062,92
	100%	+Infinito	-5.972,19

c. Com Receita – Com Investimento Inicial – VPC

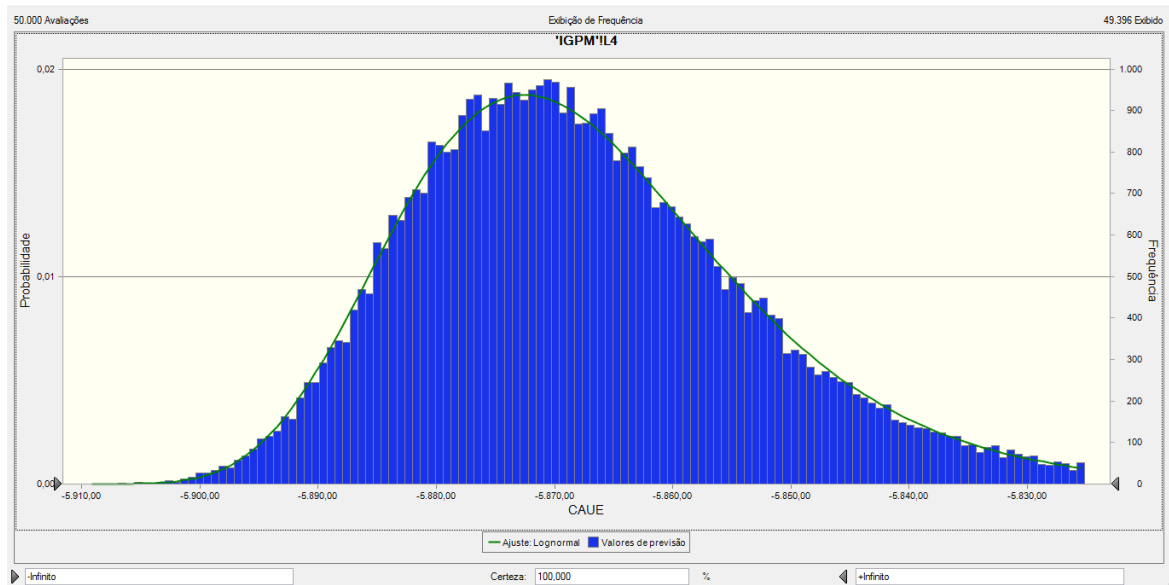


50.000 Avaliações				Exibição do Grau de Adequação				
Classificado por: Anderson-Darling								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	2,1921	0,000	,0046	0,000	158,7168	0,109	Local=-44,273,47; Média=-43,825,77; Desvio Pad
	Gama	9,8590	0,000	,0098	0,000	288,8740	0,000	Local=-44,159,77; Escala=37,13; Forma=8,99544
	Extremo Máx	43,9351	0,000	,0185	0,000	631,5200	0,000	Mais provável=-43,877,91; Escala=93,86
	Logística	193,1882	0,000	,0354	0,000	3,049,9504	0,000	Média=-43,833,48; Escala=62,60
	T de student	308,3959	---	,0549	---	3,365,6505	0,000	Ponto intermediário=-43,825,75; Escala=98,09; G
	Normal	326,5812	0,000	,0523	0,000	3,979,0962	0,000	Média=-43,825,75; Desvio Padrão=112,48
	Beta	330,0717	---	,0525	---	4,051,2776	0,000	Mínimo=-45,420,37; Máximo=-42,231,13; Alfa=10
	Weibull	424,4407	0,000	,0649	0,000	3,854,0680	0,000	Local=-44,150,28; Escala=367,26; Forma=3,2116
	Extremo Mín	2.208,393	0,000	,1437	0,000	18.810,4906	0,000	Mais provável=-43,766,05; Escala=140,90
	BetaPERT	3.538,366	---	,1633	---	22.847,4882	0,000	Mínimo=-44,145,35; Mais provável=-43,916,42; M
	Triangular	8.534,220	---	,3136	---	33.107,1131	0,000	Mínimo=-44,145,35; Mais provável=-43,916,42; M
	Uniforme	17.870,31	0,000	,4714	0,000	95.609,9922	0,000	Mínimo=-44,143,40; Máximo=-43,066,86
	Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

	Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
►	Avaliações	---	50.000
	Caso Base	---	-34.085,65
	Média	-43.825,77	-43.825,75
	Mediana	-43.839,17	-43.839,44
	Moda	-43.864,76	---
	Desvio Padrão	112,03	112,48
	Variância	12.551,82	12.651,00
	Oblividade	0,7664	0,8336
	Curtose	4,06	4,38
	Coefficiente de Variação	-0,0026	-0,0026
	Mínimo	-44.273,47	-44.143,38
	Máximo	+Infinito	-43.066,88
	Erro Padrão Média	---	0,50

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
0%	-44.273,47	-44.143,38
10%	-43.956,79	-43.955,54
20%	-43.920,52	-43.919,94
30%	-43.891,82	-43.891,59
40%	-43.865,45	-43.865,24
50%	-43.839,17	-43.839,44
60%	-43.811,18	-43.812,27
70%	-43.779,25	-43.780,55
80%	-43.739,06	-43.740,98
90%	-43.677,86	-43.679,07
100%	+Infinito	-43.066,88

d. Com Receita – Com Investimento Inicial – CAUE



50.000 Avaliações

Exibição do Grau de Adequação

Classificado por: Anderson-Darling

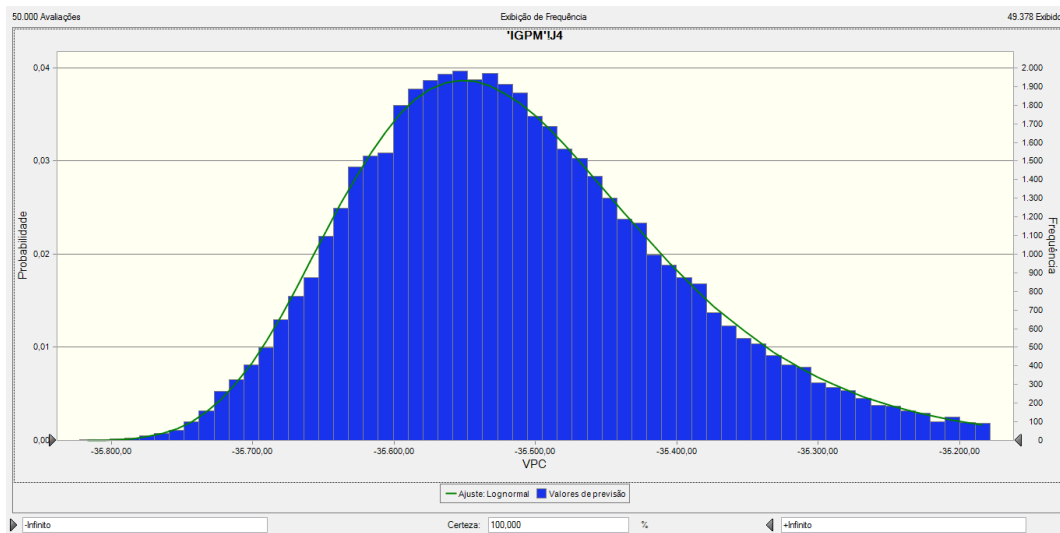
Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
Lognormal	2,1946	0,000	,0046	0,000	159,0349	0,106	Local=-5,927,30; Média=-5,867,34; Desvio Padrã
Gama	9,8589	0,000	,0098	0,000	288,9478	0,000	Local=-5,912,06; Escala=4,97; Forma=8,99537
Extremo Máx	43,9351	0,000	,0185	0,000	631,5200	0,000	Mais provável=-5,874,32; Escala=12,57
Logística	193,1882	0,000	,0354	0,000	3,049,9504	0,000	Média=-5,868,37; Escala=8,38
T de student	308,3959	---	,0549	---	3,365,6505	0,000	Ponto intermediário=-5,867,34; Escala=13,13; Gr
Normal	326,5812	0,000	,0523	0,000	3,979,0962	0,000	Média=-5,867,34; Desvio Padrão=15,06
Beta	330,0717	---	,0525	---	4,051,2776	0,000	Mínimo=-6,080,82; Máximo=-5,653,85; Alfa=100;
Weibull	424,4395	0,000	,0649	0,000	3,853,9771	0,000	Local=-5,910,79; Escala=49,17; Forma=3,21167
Extremo Min	2,208,393	0,000	,1437	0,000	18,810,1839	0,000	Mais provável=-5,859,35; Escala=18,86
BetaPERT	3,538,366	---	,1633	---	22,847,4882	0,000	Mínimo=-5,910,13; Mais provável=-5,879,48; Máx
Triangular	8,534,220	---	,3136	---	33,107,1131	0,000	Mínimo=-5,910,13; Mais provável=-5,879,48; Máx
Uniforme	17,870,31	0,000	,4714	0,000	95,609,9922	0,000	Mínimo=-5,909,86; Máximo=-5,765,74
Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

50.000 Avaliações

Estadística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
Avaliações	---	50,000
Caso Base	---	-4.563,35
Média	-5.867,34	-5.867,34
Mediana	-5.869,13	-5.869,17
Moda	-5.872,56	---
Desvio Padrão	15,00	15,06
Variância	224,96	226,75
Obliquidade	0,7662	0,8336
Curtose	4,06	4,38
Coefficiente de Variação	-0,0026	-0,0026
Mínimo	-5.927,30	-5.909,86
Máximo	+Infinito	-5.765,74
Erro Padrão Média	---	0,07

50.000 Avaliações			
	Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
►	0%	-5.927,30	-5.909,86
	10%	-5.884,88	-5.884,71
	20%	-5.880,03	-5.879,95
	30%	-5.876,18	-5.876,15
	40%	-5.872,65	-5.872,62
	50%	-5.869,13	-5.869,17
	60%	-5.865,39	-5.865,53
	70%	-5.861,11	-5.861,29
	80%	-5.855,73	-5.855,99
	90%	-5.847,54	-5.847,70
	100%	+Infinito	-5.765,74

e. Sem Receita – Sem Investimento Inicial – VPC

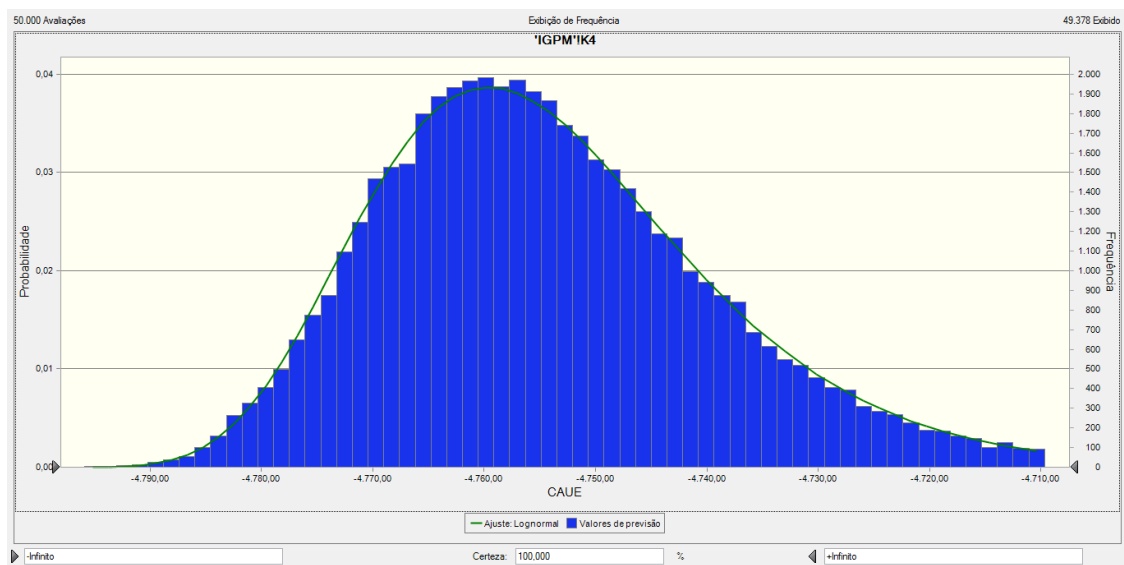


50.000 Avaliações				Exibição do Grau de Adequação				
Classificado por: Qui-quadrado								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	2.3242	0,000	,0095	0,000	168.2024	0,041	Local=-35,970,15; Média=-35,509,73; Desvio Pad
	Gama	9,8267	0,000	,0092	0,000	270,6526	0,000	Local=-35,851,63; Escala=40,09; Forma=8,52805
	Extremo Máx	40,7980	0,000	,0174	0,000	599,5189	0,000	Mais provável=-35,564,47; Escala=98,27
	Logística	199,2550	0,000	,0351	0,000	3,092,5277	0,000	Média=-35,517,96; Escala=65,75
	Weibull	361,7980	0,000	,0604	0,000	3,200,7374	0,000	Local=-35,826,11; Escala=359,85; Forma=2,9559
	T de student	322,9773	---	,0570	---	3,451,0266	0,000	Ponto intermediário=-35,509,71; Escala=101,91
	Normal	337,3050	0,000	,0541	0,000	4,118,0914	0,000	Média=-35,509,71; Desvio Padrão=118,27
	Beta	340,8455	---	,0542	---	4,158,0957	0,000	Mínimo=-37,186,49; Máximo=-33,832,92; Alfa=10
	Extremo Mín	2,425,471	0,000	,1560	0,000	20,108,0582	0,000	Mais provável=-35,447,71; Escala=154,64
	BetaPERT	4,297,789	---	,1832	---	27,816,5964	0,000	Mínimo=-35,824,49; Mais provável=-35,625,81; M
	Triangular	13,432,58	---	,3939	---	45,992,4998	0,000	Mínimo=-35,824,49; Mais provável=-35,625,81; M
	Uniforme	25,423,16	0,000	,5540	0,000	120,851,4918	0,000	Mínimo=-35,822,48; Máximo=-34,497,62
	Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-25.306,18
Média	-35.509,73	-35.509,71
Mediana	-35.524,09	-35.524,62
Moda	-35.551,49	---
Desvio Padrão	117,78	118,27
Variância	13.871,44	13.988,41
Obliquidade	0,7841	0,8633
Curtose	4,11	4,59
Coefficiente de Variação	-0,0033	-0,0033
Mínimo	-35.970,15	-35.822,45
Máximo	+Infinito	-34.497,64
Erro Padrão Média	---	0,53

	Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
►	0%	-35.970,15	-35.822,45
	10%	-35.647,10	-35.645,56
	20%	-35.609,27	-35.608,20
	30%	-35.579,26	-35.578,45
	40%	-35.551,66	-35.551,56
	50%	-35.524,09	-35.524,62
	60%	-35.494,72	-35.495,73
	70%	-35.461,14	-35.462,36
	80%	-35.418,82	-35.420,52
	90%	-35.354,25	-35.355,77
	100%	+Infinito	-34.497,64

f. Sem Receita – Sem Investimento Inicial – CAUE



50.000 Avaliações

Exibição do Grau de Adequação

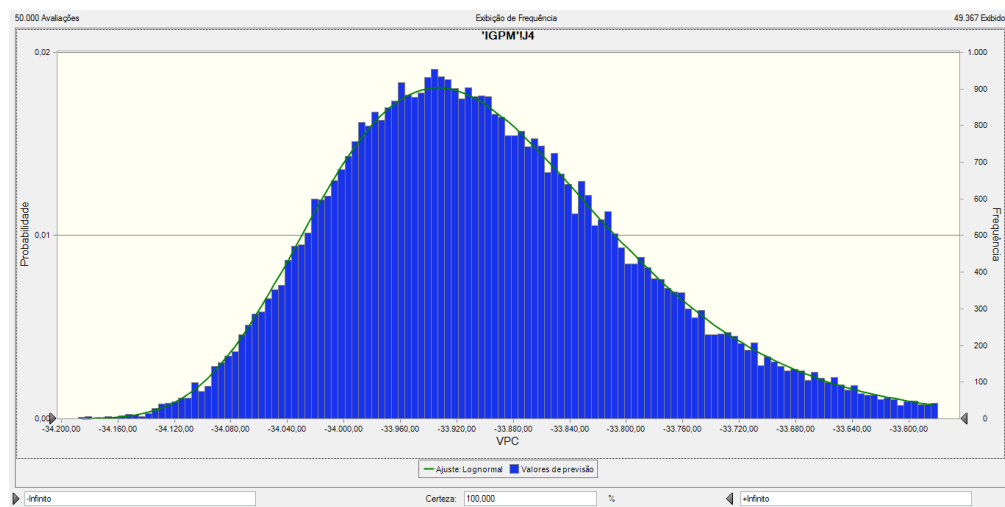
Classificado por: Qui-quadrado

	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	2.3252	0,000	,0055	0,000	167.4924	0,044	Local=-4,815.66; Média=-4,754.00; Desvio Padrã
	Gama	9.8266	0,000	,0092	0,000	270,6014	0,000	Local=-4,799.77; Escala=5.37; Forma=8.52801
	Extremo Máx	40,7980	0,000	,0174	0,000	599,5189	0,000	Mais provável=-4,761.33; Escala=13.16
	Logística	199,2550	0,000	,0351	0,000	3,092,5277	0,000	Média=-4,755.10; Escala=8.80
	Weibull	361,7981	0,000	,0604	0,000	3,200,7374	0,000	Local=-4,796.36; Escala=48.18; Forma=2.95595
	T de student	322,9773	---	,0570	---	3,451,0266	0,000	Ponto intermediário=-4,754.00; Escala=13.64; Gr
	Normal	337,3050	0,000	,0541	0,000	4,118,0914	0,000	Média=-4,754.00; Desvio Padrão=15.83
	Beta	340,8455	---	,0542	---	4,158,0957	0,000	Mínimo=-4,978.48; Máximo=-4,529.51; Alfa=100;
	Extremo Mín	2,425,471	0,000	,1560	0,000	20,108,0582	0,000	Mais provável=-4,745.70; Escala=20.70
	BetaPERT	4,297,789	---	,1832	---	27,816,5964	0,000	Mínimo=-4,796.14; Mais provável=-4,769.54; Máx
	Triangular	13,432,58	---	,3939	---	45,992,4998	0,000	Mínimo=-4,796.14; Mais provável=-4,769.54; Máx
	Uniforme	25,423,16	0,000	,5540	0,000	120,851,4918	0,000	Mínimo=-4,795.87; Máximo=-4,618.50
	Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

	Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações		---	50.000
Caso Base		---	-3.387,96
Média		-4.754,00	-4.754,00
Mediana		-4.755,92	-4.755,99
Moda		-4.759,59	---
Desvio Padrão		15,77	15,83
Variância		248,61	250,72
Obliquidade		0,7839	0,8633
Curtose		4,11	4,59
Coefficiente de Variação		-0,0033	-0,0033
Mínimo		-4.815,66	-4.795,87
Máximo		+Infinito	-4.618,50
Erro Padrão Média		---	0,07

	Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%		-4.815,66	-4.795,87
10%		-4.772,39	-4.772,18
20%		-4.767,32	-4.767,18
30%		-4.763,31	-4.763,20
40%		-4.759,61	-4.759,60
50%		-4.755,92	-4.755,99
60%		-4.751,99	-4.752,12
70%		-4.747,49	-4.747,66
80%		-4.741,83	-4.742,06
90%		-4.733,18	-4.733,39
100%		+Infinito	-4.618,50

g. Com Receita e Sem Investimento Inicial - VPC

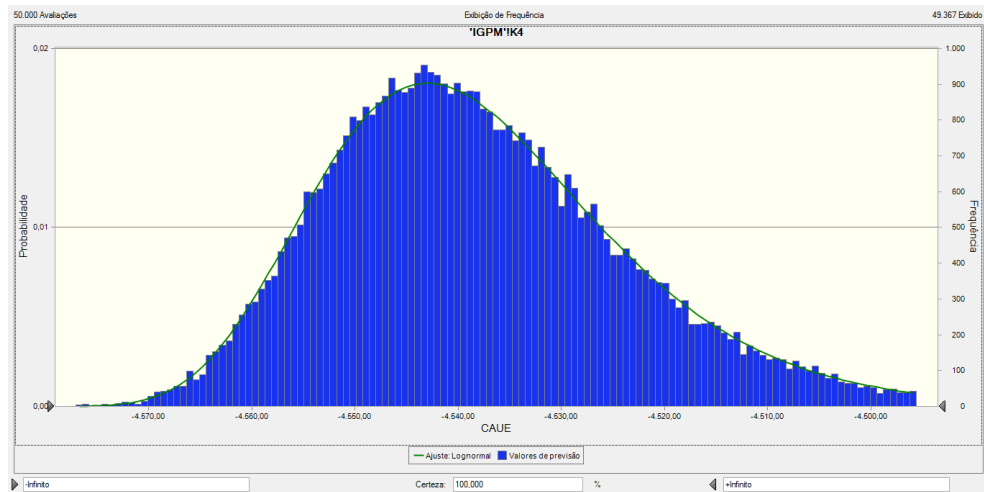


50.000 Avaliações					Exibição do Grau de Adequação			
Classificado por: Anderson-Darling								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	1,2483	0,000	,0034	0,101	137,7746	0,489	Local=-34,347,54; Média=-33,894,86; Desvio Pad
	Gama	7,5262	0,000	,0077	0,000	228,1775	0,000	Local=-34,229,79; Escala=37,21; Forma=9,00086
	Extremo Máx	42,4519	0,000	,0180	0,000	618,2686	0,000	Mais provável=-33,947,18; Escala=94,11
	Logística	196,2192	0,000	,0356	0,000	3,051,4045	0,000	Média=-33,902,50; Escala=62,85
	Weibull	303,7888	0,000	,0542	0,000	2,782,2918	0,000	Local=-34,191,32; Escala=336,86; Forma=2,8994
	T de student	305,7414	---	,0555	---	3,359,5899	0,000	Ponto intermediário=-33,894,84; Escala=99,05; G
	Normal	317,4904	0,000	,0521	0,000	3,911,6746	0,000	Média=-33,894,84; Desvio Padrão=112,55
	Beta	320,5960	---	,0521	---	3,947,9186	0,000	Mínimo=-35,490,57; Máximo=-32,299,12; Alfa=10
	Extremo Mín	2.147,385	0,000	,1423	0,000	18.495,7959	0,000	Mais provável=-33,835,43; Escala=140,49
	BetaPERT	3.558,981	---	,1526	---	22.796,1978	0,000	Mínimo=-34,189,72; Mais provável=-34,000,09; M
	Triangular	10.935,05	---	,3543	---	37.414,6718	0,000	Mínimo=-34,189,72; Mais provável=-34,000,09; M
	Uniforme	22.157,14	0,000	,5187	0,000	103.616,2191	0,000	Mínimo=-34,187,89; Máximo=-33,045,06
	Pareto	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste

	Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
►	Avaliações	---	50.000
	Caso Base	---	-24,155,28
	Média	-33,894,86	-33,894,84
	Mediana	-33,908,16	-33,908,78
	Moda	-33,933,62	---
	Desvio Padrão	112,26	112,55
	Variância	12,601,99	12,668,62
	Obliquidade	0,7592	0,8022
	Curtose	4,04	4,23
	Coefficiente de Variação	-0,0033	-0,0033
	Mínimo	-34,347,54	-34,187,87
	Máximo	+Infinito	-33,045,09
	Erro Padrão Média	---	0,50

	Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
►	0%	-34,347,54	-34,187,87
	10%	-34,026,27	-34,025,09
	20%	-33,989,82	-33,988,91
	30%	-33,961,00	-33,960,68
	40%	-33,934,53	-33,934,72
	50%	-33,908,16	-33,908,79
	60%	-33,880,11	-33,880,67
	70%	-33,848,11	-33,849,02
	80%	-33,807,87	-33,809,15
	90%	-33,746,64	-33,747,59
	100%	+Infinito	-33,045,09

h. Com Receita – Sem Investimento Inicial - CAUE



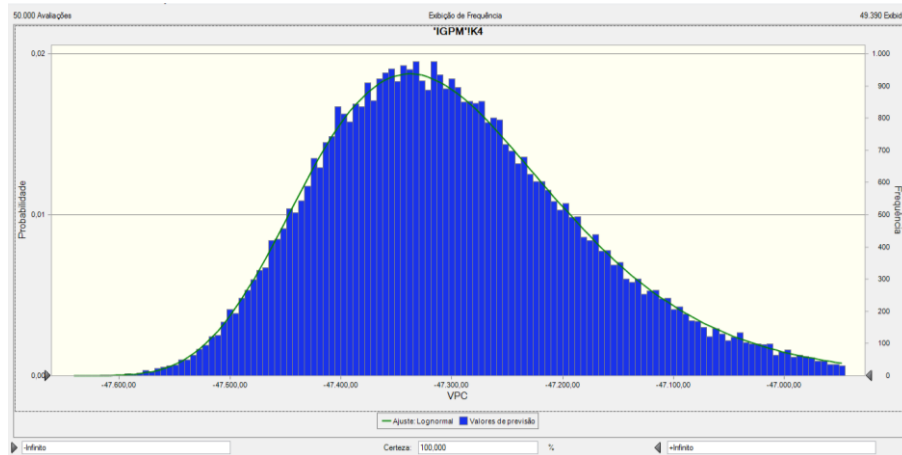
50.000 Avaliações				Exibição do Grau de Adequação				
Classificado por: Anderson-Darling								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	1,2522	0,000	,0034	0,098	137,2010	0,503	Local=-4,598,42; Média=-4,537,80; Desvio Padrã
	Gama	7,5262	0,000	,0077	0,000	228,1775	0,000	Local=-4,582,64; Escala=4,98; Forma=9,00087
	Extremo Máx	42,4519	0,000	,0180	0,000	618,2686	0,000	Mais provável=-4,544,81; Escala=12,60
	Logística	196,2192	0,000	,0356	0,000	3,051,4045	0,000	Média=-4,538,82; Escala=8,41
	Weibull	303,7883	0,000	,0542	0,000	2,782,2918	0,000	Local=-4,577,49; Escala=45,10; Forma=2,89948
	T de student	305,7414	---	,0555	---	3,359,5899	0,000	Ponto intermediário=-4,537,80; Escala=13,26; Gr
	Normal	317,4904	0,000	,0521	0,000	3,911,6746	0,000	Média=-4,537,80; Desvio Padrão=15,07
	Beta	320,5960	---	,0521	---	3,947,9186	0,000	Mínimo=-4,751,43; Máximo=-4,324,17; Alfa=100;
	Extremo Mín	2,147,385	0,000	,1423	0,000	18,495,7959	0,000	Mais provável=-4,529,85; Escala=18,81
	BetaPERT	3,558,981	---	,1526	---	22,796,1978	0,000	Mínimo=-4,577,28; Mais provável=-4,551,89; Máx
	Triangular	10,935,05	---	,3543	---	37,414,6718	0,000	Mínimo=-4,577,28; Mais provável=-4,551,89; Máx
	Uniforme	22,157,14	0,000	,5187	0,000	103,616,2191	0,000	Mínimo=-4,577,03; Máximo=-4,424,03
	Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

Estadística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-3.233,88
Média	-4.537,80	-4.537,80
Mediana	-4.539,58	-4.539,67
Moda	-4.542,99	---
Desvio Padrão	15,03	15,07
Variância	225,86	227,07
Obliquidade	0,7590	0,8022
Curtose	4,04	4,23
Coefficiente de Variação	-0,0033	-0,0033
Mínimo	-4.598,42	-4.577,03
Máximo	+Infinito	-4.424,04
Erro Padrão Média	---	0,07

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-4.598,42	-4.577,03
10%	-4.555,40	-4.555,24
20%	-4.550,52	-4.550,39
30%	-4.546,66	-4.546,61
40%	-4.543,11	-4.543,14
50%	-4.539,58	-4.539,67
60%	-4.535,83	-4.535,90
70%	-4.531,54	-4.531,67
80%	-4.526,16	-4.526,33
90%	-4.517,96	-4.518,09
100%	+Infinito	-4.424,04

- Sistemas compartimentados anaeróbio/aeróbio/anóxica vertical para remoção de carbono e nitrogênio sem etanol

a. Sem Receita – Com Investimento Inicial – VPC



50.000 Avaliações

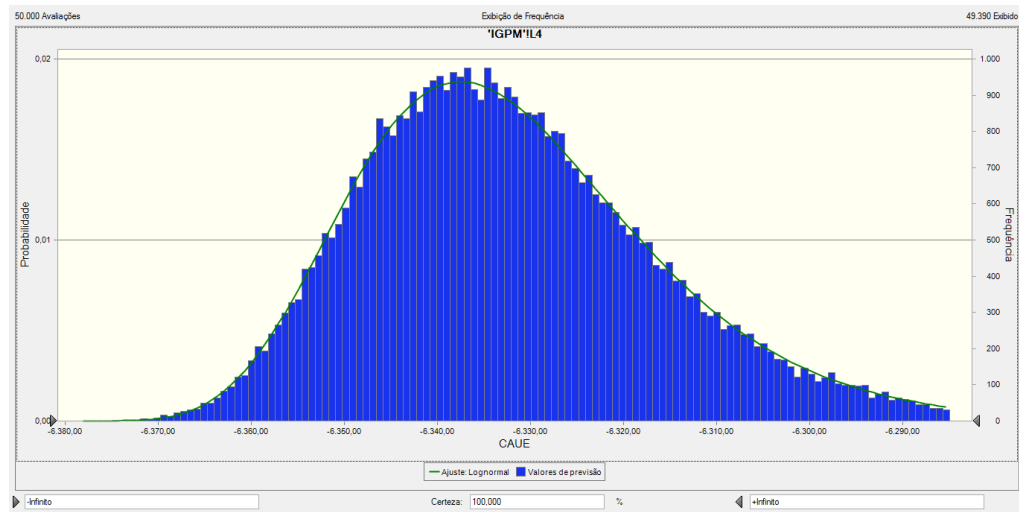
Exibição do Grau de Adequação

Classificado por: Anderson-Darling							
Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
Lognormal	1,1679	0,000	,0041	0,016	156,0983	0,139	Local=-47,790,02; Média=-47,294,51; Desvio Pad
Gama	7,1079	0,000	,0092	0,000	242,1617	0,000	Local=-47,662,78; Escala=41,46; Forma=8,88227
Extremo Máx	44,1982	0,000	,0181	0,000	612,5829	0,000	Mais provável=-47,352,40; Escala=104,03
Logística	190,9681	0,000	,0355	0,000	2,999,2848	0,000	Média=-47,302,97; Escala=69,50
T de student	303,1635	---	,0544	---	3,308,4926	0,000	Ponto intermediário=-47,294,49; Escala=108,82;
Normal	315,4672	0,000	,0509	0,000	3,814,5920	0,000	Média=-47,294,49; Desvio Padrão=124,71
Beta	318,7202	---	,0509	---	3,877,5605	0,000	Mínimo=-49,062,52; Máximo=-45,526,47; Alfa=10
Weibull	401,2602	0,000	,0630	0,000	3,511,9105	0,000	Local=-47,650,78; Escala=403,47; Forma=3,1770
Extremo Mín	2,189,901	0,000	,1439	0,000	18,529,4499	0,000	Mais provável=-47,228,39; Escala=156,45
BetaPERT	3,385,932	---	,1598	---	21,630,1051	0,000	Mínimo=-47,645,85; Mais provável=-47,394,69; M
Triangular	8,134,484	---	,3049	---	31,495,5665	0,000	Mínimo=-47,645,85; Mais provável=-47,394,69; M
Uniforme	17,397,54	0,000	,4651	0,000	92,187,9114	0,000	Mínimo=-47,643,72; Máximo=-46,473,86
Pareto	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste
Exponencial	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste

Estadística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-36.559,05
Média	-47.294,51	-47.294,49
Mediana	-47.309,41	-47.309,51
Moda	-47.337,86	---
Desvio Padrão	124,30	124,71
Variância	15.451,16	15.552,12
Obliquidade	0,7684	0,8268
Curtose	4,07	4,37
Coefficiente de Variação	-0,0026	-0,0026
Mínimo	-47.790,02	-47.643,70
Máximo	+Infinito	-46.473,89
Erro Padrão Média	---	0,56

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-47.790,02	-47.643,70
10%	-47.439,83	-47.439,26
20%	-47.399,63	-47.399,02
30%	-47.367,80	-47.367,07
40%	-47.338,56	-47.338,28
50%	-47.309,41	-47.309,52
60%	-47.278,36	-47.278,82
70%	-47.242,93	-47.244,30
80%	-47.198,33	-47.199,28
90%	-47.130,40	-47.131,72
100%	+Infinito	-46.473,89

b. Sem Receita – Com Investimento Inicial – CAUE

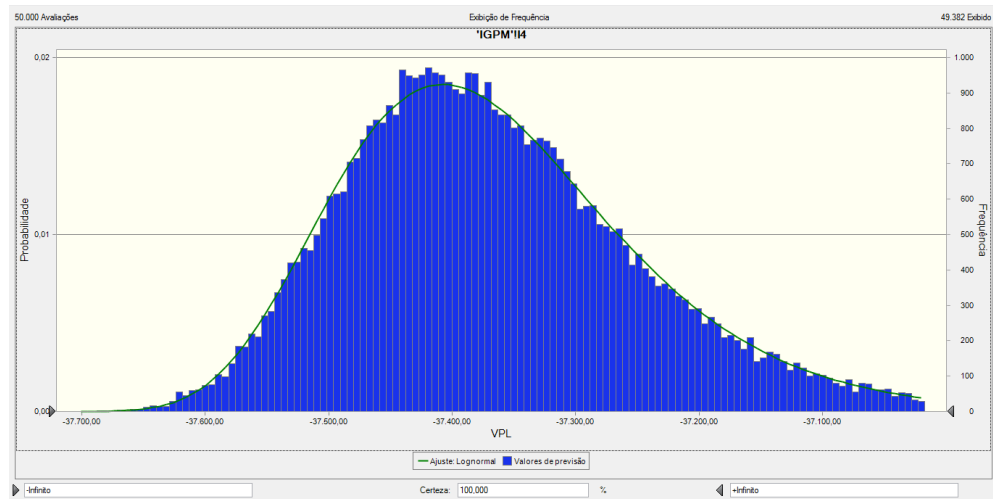


50.000 Avaliações					Exibição do Grau de Adequação			
Classificado por: Anderson-Darling								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	1,1683	0,000	,0041	0,015	158,0182	0,117	Local=-6,398,09;Média=-6,331,73;Desvio Padrã
	Gama	7,1079	0,000	,0092	0,000	242,3491	0,000	Local=-6,381,04;Escala=5,55;Forma=8,8823
	Extremo Máx	44,1982	0,000	,0181	0,000	612,5829	0,000	Mais provável=-6,339,48;Escala=13,93
	Logística	190,9681	0,000	,0355	0,000	2.999,2848	0,000	Média=-6,332,86;Escala=9,30
	T de student	303,1635	---	,0544	---	3.308,4926	0,000	Ponto intermediário=-6,331,73;Escala=14,57;Gr
	Normal	315,4672	0,000	,0509	0,000	3.814,5920	0,000	Média=-6,331,73;Desvio Padrão=16,70
	Beta	318,7202	---	,0509	---	3.877,5605	0,000	Mínimo=-6,568,43;Máximo=-6,095,03;Alfa=100;
	Weibull	401,2601	0,000	,0630	0,000	3.511,9105	0,000	Local=-6,379,43;Escala=54,02;Forma=3,17708
	Extremo Mín	2.189,900	0,000	,1439	0,000	18.529,5238	0,000	Mais provável=-6,322,88;Escala=20,95
	BetaPERT	3.385,932	---	,1598	---	21.630,1051	0,000	Mínimo=-6,378,77;Mais provável=-6,345,14;Máx
	Triangular	8.134,484	---	,3049	---	31.495,5665	0,000	Mínimo=-6,378,77;Mais provável=-6,345,14;Máx
	Uniforme	17.397,54	0,000	,4651	0,000	92.187,9114	0,000	Mínimo=-6,378,48;Máximo=-6,221,86
	Pareto	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste

Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-4.894,48
Média	-6.331,73	-6.331,73
Mediana	-6.333,73	-6.333,74
Moda	-6.337,53	---
Desvio Padrão	16,64	16,70
Variância	276,93	278,75
Obliquidade	0,7681	0,8268
Curtose	4,07	4,37
Coefficiente de Variação	-0,0026	-0,0026
Mínimo	-6.398,09	-6.378,48
Máximo	+Infinito	-6.221,87
Erro Padrão Média	---	0,07

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-6.398,09	-6.378,48
10%	-6.351,19	-6.351,11
20%	-6.345,80	-6.345,72
30%	-6.341,54	-6.341,45
40%	-6.337,63	-6.337,59
50%	-6.333,73	-6.333,74
60%	-6.329,57	-6.329,63
70%	-6.324,83	-6.325,01
80%	-6.318,85	-6.318,98
90%	-6.309,76	-6.309,94
100%	+Infinito	-6.221,87

c. Sem Receita – Sem Investimento Inicial – VPC

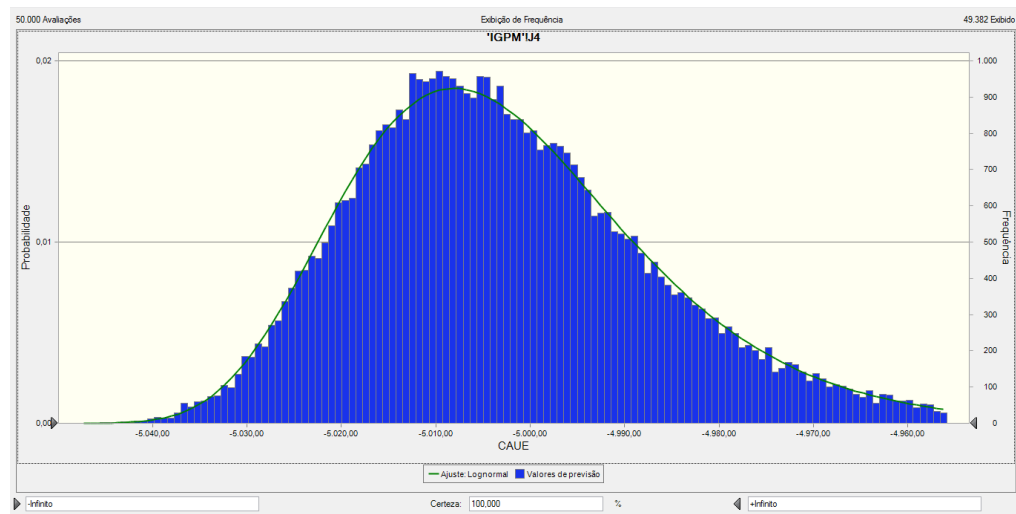


50.000 Avaliações					Exibição do Grau de Adequação			
Classificado por: Anderson-Darling								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	2,9727	0,000	,0059	0,000	178,6593	0,011	Local=-37,863,07;Média=-37,364,67;Desvio Pad
	Gama	10,9375	0,000	,0105	0,000	273,1802	0,000	Local=-37,734,03;Escala=40,84;Forma=9,04415
	Extremo Máx	44,6985	0,000	,0182	0,000	648,1624	0,000	Mais provável=-37,422,22;Escala=103,57
	Logística	196,4706	0,000	,0353	0,000	3,021,5504	0,000	Média=-37,373,16;Escala=69,05
	T de student	309,7362	---	,0552	---	3,342,5386	0,000	Ponto intermediário=-37,364,65;Escala=108,86;
	Normal	328,2496	0,000	,0527	0,000	4,003,5088	0,000	Média=-37,364,65;Desvio Padrão=123,92
	Beta	331,6355	---	,0527	---	4,073,8158	0,000	Mínimo=-39,121,43;Máximo=-35,607,87;Alfa=10
	Weibull	382,8505	0,000	,0613	0,000	3,406,0807	0,000	Local=-37,708,81;Escala=390,33;Forma=3,0788
	Extremo Mín	2,157,942	0,000	,1411	0,000	18,628,0604	0,000	Mais provável=-37,298,99;Escala=153,92
	BetaPERT	3,438,792	---	,1557	---	22,171,1422	0,000	Mínimo=-37,705,26;Mais provável=-37,468,16;M
	Triangular	9,060,035	---	,3208	---	33,457,1204	0,000	Mínimo=-37,705,26;Mais provável=-37,468,16;M
	Uniforme	18,889,68	0,000	,4826	0,000	96,204,9608	0,000	Mínimo=-37,703,17;Máximo=-36,511,50
	Pareto	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste

Estadística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-26.628,68
Média	-37.364,67	-37.364,65
Mediana	-37.379,30	-37.380,08
Moda	-37.407,28	---
Desvio Padrão	123,50	123,92
Variância	15.251,60	15.354,94
Obliquidade	0,7586	0,8128
Curtose	4,04	4,26
Coefficiente de Variação	-0,0033	-0,0033
Mínimo	-37.863,07	-37.703,15
Máximo	+Infinito	-36.511,53
Erro Padrão Média	---	0,55

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
0%	-37.863,07	-37.703,15
10%	-37.509,25	-37.508,06
20%	-37.469,14	-37.467,49
30%	-37.437,43	-37.436,55
40%	-37.408,31	-37.408,95
50%	-37.379,30	-37.380,08
60%	-37.348,44	-37.349,39
70%	-37.313,23	-37.315,06
80%	-37.268,97	-37.270,65
90%	-37.201,61	-37.202,24
100%	+Infinito	-36.511,53

d. Sem Receita – Sem Investimento Inicial – CAUE



50.000 Avaliações

Exibição do Grau de Adequação

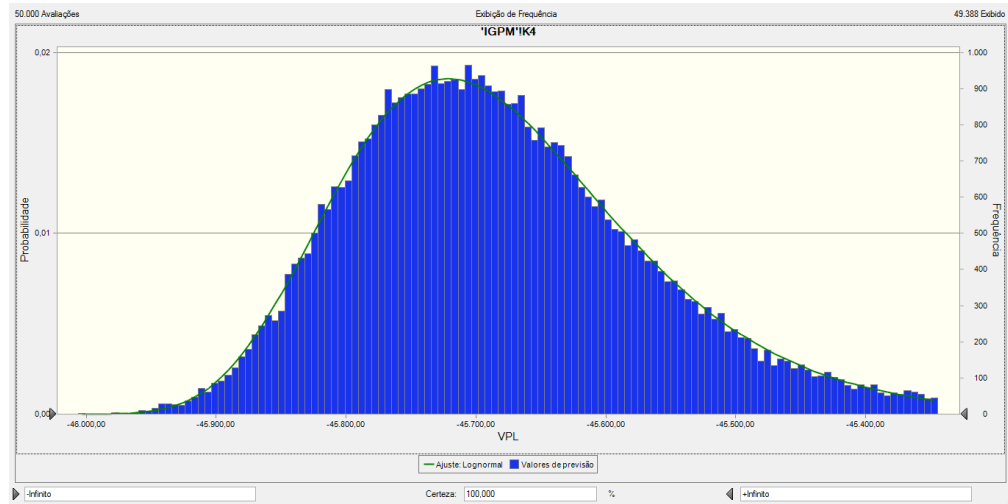
Classificado por: Anderson-Darling

Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
Lognormal	2,9748	0,000	,0059	0,000	178,1197	0,012	Local=-5,069,07; Média=-5,002,34; Desvio Padrã
Gama	10,9375	0,000	,0105	0,000	273,1802	0,000	Local=-5,051,79; Escala=5,47; Forma=9,04413
Extremo Máx	44,6985	0,000	,0182	0,000	648,1624	0,000	Mais provável=-5,010,04; Escala=13,87
Logística	196,4706	0,000	,0353	0,000	3,021,5504	0,000	Média=-5,003,47; Escala=9,24
T de student	309,7362	---	,0552	---	3,342,5386	0,000	Ponto intermediário=-5,002,33; Escala=14,57; Gr
Normal	328,2496	0,000	,0527	0,000	4,003,5088	0,000	Média=-5,002,33; Desvio Padrão=16,59
Beta	331,6355	---	,0527	---	4,073,8158	0,000	Mínimo=-5,237,53; Máximo=-4,767,14; Alfa=100;
Weibull	382,8519	0,000	,0613	0,000	3,405,9614	0,000	Local=-5,048,41; Escala=52,26; Forma=3,07883
Extremo Mín	2,157,942	0,000	,1411	0,000	18,628,0604	0,000	Mais provável=-4,993,54; Escala=20,61
BetaPERT	3,438,792	---	,1557	---	22,171,1422	0,000	Mínimo=-5,047,93; Mais provável=-5,016,19; Máx
Triangular	9,060,035	---	,3208	---	33,457,1204	0,000	Mínimo=-5,047,93; Mais provável=-5,016,19; Máx
Uniforme	18,889,68	0,000	,4826	0,000	96,204,9608	0,000	Mínimo=-5,047,65; Máximo=-4,888,12
Pareto	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste
Exponencial	---	---	---	---	---	---	--- Sem Ajuste

Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-3.565,02
Média	-5.002,34	-5.002,33
Mediana	-5.004,29	-5.004,40
Moda	-5.008,04	---
Desvio Padrão	16,53	16,59
Variância	273,36	275,21
Obliquidade	0,7585	0,8128
Curtose	4,04	4,26
Coefficiente de Variação	-0,0033	-0,0033
Mínimo	-5.069,07	-5.047,65
Máximo	+Infinito	-4.888,12
Erro Padrão Média	---	0,07

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-5.069,07	-5.047,65
10%	-5.021,69	-5.021,53
20%	-5.016,32	-5.016,10
30%	-5.012,08	-5.011,96
40%	-5.008,18	-5.008,26
50%	-5.004,29	-5.004,40
60%	-5.000,16	-5.000,29
70%	-4.995,45	-4.995,69
80%	-4.989,52	-4.989,75
90%	-4.980,51	-4.980,59
100%	+Infinito	-4.888,12

e. Com Receita – Com Investimento Inicial – VPC

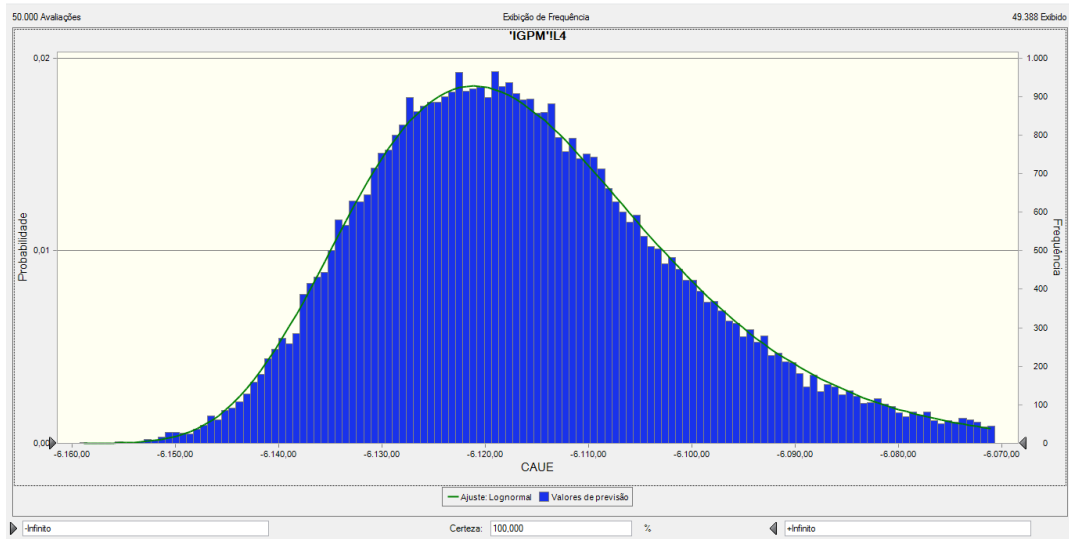


50.000 Avaliações					Exibição do Grau de Adequação			
Classificado por: Anderson-Darling								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	1,6339	0,000	,0051	0,000	149,0778	0,245	Local=-46,149,87; Média=-45,679,48; Desvio Pad
	Gama	8,8961	0,000	,0101	0,000	245,6435	0,000	Local=-46,030,18; Escala=39,96; Forma=8,77746
	Extremo Máx	39,4752	0,000	,0182	0,000	564,6039	0,000	Mais provável=-45,734,89; Escala=99,50
	Logística	199,3204	0,000	,0363	0,000	3.139,8534	0,000	Média=-45,687,75; Escala=66,58
	T de student	319,5843	---	,0548	---	3.485,3167	0,000	Ponto intermediário=-45,679,46; Escala=103,58;
	Normal	332,2612	0,000	,0523	0,000	4.165,6330	0,000	Média=-45,679,46; Desvio Padrão=119,55
	Beta	335,6567	---	,0525	---	4.214,6003	0,000	Mínimo=-47,374,41; Máximo=-43,984,51; Alfa=10
	Weibull	390,4108	0,000	,0622	0,000	3.597,6955	0,000	Local=-46,011,19; Escala=376,39; Forma=3,0768
	Extremo Mín	2.368,870	0,000	,1549	0,000	19.825,9213	0,000	Mais provável=-45,616,76; Escala=155,20
	BetaPERT	4.207,837	---	,1756	---	27.358,8622	0,000	Mínimo=-46,007,98; Mais provável=-45,790,89; M
	Triangular	12.216,77	---	,3758	---	43.240,4944	0,000	Mínimo=-46,007,98; Mais provável=-45,790,89; M
	Uniforme	23.395,15	0,000	,5361	0,000	115.572,3067	0,000	Mínimo=-46,005,90; Máximo=-44,703,61
	Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

	Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações		---	50.000
Caso Base		---	-35.408,16
Média		-45.679,48	-45.679,46
Mediana		-45.693,87	-45.694,04
Moda		-45.721,34	---
Desvio Padrão		119,10	119,55
Variância		14.185,97	14.293,11
Obliquidade		0,7759	0,8441
Curtose		4,09	4,49
Coefficiente de Variação		-0,0026	-0,0026
Mínimo		-46.149,87	-46.005,88
Máximo		+Infinito	-44.703,64
Erro Padrão Média		---	0,53

	Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%		-46.149,87	-46.005,88
10%		-45.818,57	-45.817,59
20%		-45.780,17	-45.779,42
30%		-45.749,75	-45.749,55
40%		-45.721,78	-45.721,52
50%		-45.693,87	-45.694,04
60%		-45.664,14	-45.665,03
70%		-45.630,19	-45.631,72
80%		-45.587,42	-45.588,92
90%		-45.522,23	-45.523,09
100%		+Infinito	-44.703,64

f. Com Receita – Com Investimento Inicial – CAUE



50.000 Avaliações

Exibição do Grau de Adequação

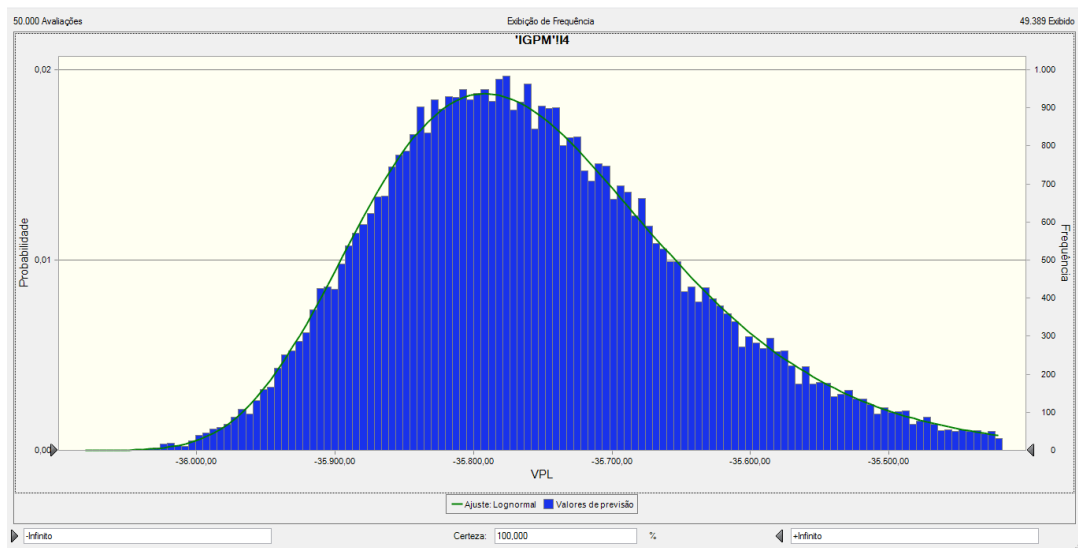
Classificado por: Anderson-Darling

Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
Lognormal	1,6371	0,000	,0051	0,000	148,4360	0,257	Local=-6,178,50; Média=-6,115,51; Desvio Padrã
Gama	8,8961	0,000	,0101	0,000	245,6435	0,000	Local=-6,162,46; Escala=5,35; Forma=8,77743
Extremo Máx	39,4752	0,000	,0182	0,000	564,5244	0,000	Mais provável=-6,122,93; Escala=13,32
Logística	199,3204	0,000	,0363	0,000	3,139,8534	0,000	Média=-6,116,62; Escala=8,91
T de student	319,5843	---	,0548	---	3,485,3167	0,000	Ponto intermediário=-6,115,51; Escala=13,87; Gr
Normal	332,2612	0,000	,0523	0,000	4,165,6330	0,000	Média=-6,115,51; Desvio Padrão=16,01
Beta	335,6567	---	,0525	---	4,214,6003	0,000	Mínimo=-6,342,43; Máximo=-5,888,59; Alfa=100;
Weibull	390,4115	0,000	,0622	0,000	3,597,6671	0,000	Local=-6,159,92; Escala=50,39; Forma=3,07686
Extremo Mín	2,368,870	0,000	,1549	0,000	19,825,9213	0,000	Mais provável=-6,107,12; Escala=20,78
BetaPERT	4,207,837	---	,1756	---	27,358,8622	0,000	Mínimo=-6,159,49; Mais provável=-6,130,43; Máx
Triangular	12,216,77	---	,3758	---	43,240,4944	0,000	Mínimo=-6,159,49; Mais provável=-6,130,43; Máx
Uniforme	23,395,15	0,000	,5361	0,000	115,572,3067	0,000	Mínimo=-6,159,21; Máximo=-5,984,87
Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50,000
Caso Base	---	-4.740,40
Média	-6,115,51	-6,115,51
Mediana	-6,117,44	-6,117,46
Moda	-6,121,12	---
Desvio Padrão	15,95	16,01
Variância	254,25	256,18
Obliquidade	0,7756	0,8441
Curtose	4,09	4,49
Coefficiente de Variação	-0,0026	-0,0026
Mínimo	-6,178,50	-6,159,21
Máximo	+Infinito	-5,984,87
Erro Padrão Média	---	0,07

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-6,178,50	-6,159,21
10%	-6,134,13	-6,134,00
20%	-6,128,99	-6,128,89
30%	-6,124,92	-6,124,89
40%	-6,121,18	-6,121,14
50%	-6,117,44	-6,117,46
60%	-6,113,46	-6,113,58
70%	-6,108,91	-6,109,12
80%	-6,103,19	-6,103,39
90%	-6,094,46	-6,094,58
100%	+Infinito	-5,984,87

g. Com Receita – Sem Investimento Inicial –VPC



50.000 Avaliações

Exibição do Grau de Adequação

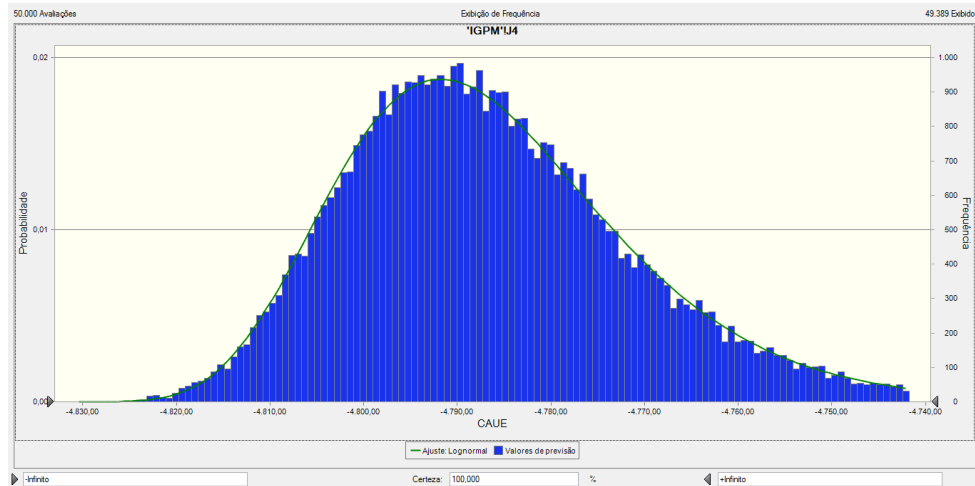
Classificado por: Anderson-Darling

Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
Lognormal	1,7250	0,000	,0052	0,000	163,2381	0,070	Local=-36.223,21; Média=-35.750,69; Desvio Pad
Gama	8,1564	0,000	,0092	0,000	257,3954	0,000	Local=-36,102,74; Escala=39,30; Forma=8,95798
Extremo Máx	46,4804	0,000	,0183	0,000	690,1206	0,000	Mais provável=-35,805,74; Escala=99,24
Logística	188,4329	0,000	,0353	0,000	3,007,9809	0,000	Média=-35,758,73; Escala=66,12
T de student	303,0070	---	,0546	---	3,317,2171	0,000	Ponto intermediário=-35,750,67; Escala=103,01;
Normal	316,1878	0,000	,0518	0,000	3,840,6462	0,000	Média=-35,750,67; Desvio Padrão=118,78
Beta	319,5459	---	,0519	---	3,891,9593	0,000	Mínimo=-37,434,61; Máximo=-34,066,74; Alfa=10
Weibull	428,7114	0,000	,0655	0,000	3,852,5628	0,000	Local=-36,098,84; Escala=393,59; Forma=3,2680
Extremo Mín	2,267,451	0,000	,1480	0,000	19,025,0242	0,000	Mais provável=-35,687,91; Escala=151,30
BetaPERT	4,225,791	---	,1723	---	27,737,8034	0,000	Mínimo=-36,092,84; Mais provável=-35,853,48; M
Triangular	11,018,22	---	,3575	---	41,221,7429	0,000	Mínimo=-36,092,84; Mais provável=-35,853,48; M
Uniforme	21,226,66	0,000	,5144	0,000	111,719,8978	0,000	Mínimo=-36,090,69; Máximo=-34,825,20
Pareto	---	---	---	---	---	---	---
Exponencial	---	---	---	---	---	---	---

	Estatística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações		---	50.000
Caso Base		---	-25.477,79
Média		-35.750,69	-35.750,67
Mediana		-35.764,85	-35.764,70
Moda		-35.791,90	---
Desvio Padrão		118,34	118,78
Variância		14.004,82	14.107,91
Obliquidade		0,7671	0,8376
Curtose		4,06	4,47
Coefficiente de Variação		-0,0033	-0,0033
Mínimo		-36.223,21	-36.090,66
Máximo		+Infinito	-34.825,23
Erro Padrão Média		---	0,53

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-36.223,21	-36.090,66
10%	-35.889,07	-35.888,54
20%	-35.850,77	-35.849,58
30%	-35.820,46	-35.819,86
40%	-35.792,62	-35.792,24
50%	-35.764,85	-35.764,70
60%	-35.735,30	-35.736,23
70%	-35.701,56	-35.702,66
80%	-35.659,11	-35.661,37
90%	-35.594,45	-35.594,95
100%	+Infinito	-34.825,23

h. Com Receita – Sem Investimento Inicial – CAUE



50.000 Avaliações				Exibição do Grau de Adequação				
Classificado por: Anderson-Darling								
	Distribuição	A-D	Valor de P A-D	K-S	Valor de P K-S	Qui-quadrado	Valor de P Qui-quadrado	Parâmetros
►	Lognormal	1,7247	0,000	,0052	0,000	162,2611	0,077	Local=-4,849,54;Média=-4,786,26;Desvio Padrã
	Gama	8,1564	0,000	,0092	0,000	257,3954	0,000	Local=-4,833,39;Escala=5,26;Forma=8,95799
	Extremo Máx	46,4804	0,000	,0183	0,000	690,1206	0,000	Mais provável=-4,793,63;Escala=13,29
	Logística	188,4329	0,000	,0353	0,000	3,007,9809	0,000	Média=-4,787,34;Escala=8,85
	T de student	303,0070	---	,0546	---	3,317,2171	0,000	Ponto intermediário=-4,786,26;Escala=13,79;Gr
	Normal	316,1878	0,000	,0518	0,000	3,840,6462	0,000	Média=-4,786,26;Desvio Padrão=15,90
	Beta	319,5459	---	,0519	---	3,891,9593	0,000	Mínimo=-5,011,70;Máximo=-4,560,81;Alfa=100;
	Weibull	428,7138	0,000	,0655	0,000	3,852,9320	0,000	Local=-4,832,87;Escala=52,69;Forma=3,26801
	Extremo Mín	2,267,451	0,000	,1480	0,000	19,025,0242	0,000	Mais provável=-4,777,85;Escala=20,26
	BetaPERT	4,225,791	---	,1723	---	27,737,8034	0,000	Mínimo=-4,832,07;Mais provável=-4,800,02;Máx
	Triangular	11,018,22	---	,3575	---	41,221,7429	0,000	Mínimo=-4,832,07;Mais provável=-4,800,02;Máx
	Uniforme	21,226,66	0,000	,5144	0,000	111,719,8978	0,000	Mínimo=-4,831,78;Máximo=-4,662,36
	Pareto	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste
	Exponencial	---	---	---	---	---	---	Sem Ajuste

Estadística	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► Avaliações	---	50.000
Caso Base	---	-3.410,94
Média	-4.786,26	-4.786,26
Mediana	-4.788,15	-4.788,13
Moda	-4.791,78	---
Desvio Padrão	15,84	15,90
Variância	251,00	252,86
Obliquidade	0,7668	0,8376
Curtose	4,06	4,47
Coefficiente de Variação	-0,0033	-0,0033
Mínimo	-4.849,54	-4.831,77
Máximo	+Infinito	-4.662,36
Erro Padrão Média	---	0,07

Percentil	Ajuste: Lognormal	Valores de previsão
► 0%	-4.849,54	-4.831,77
10%	-4.804,79	-4.804,71
20%	-4.799,66	-4.799,50
30%	-4.795,60	-4.795,52
40%	-4.791,87	-4.791,82
50%	-4.788,15	-4.788,13
60%	-4.784,20	-4.784,32
70%	-4.779,68	-4.779,83
80%	-4.774,00	-4.774,30
90%	-4.765,34	-4.765,41
100%	+Infinito	-4.662,36