

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS – *CAMPUS BAMBUÍ*
MESTRADO EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Wellington Luiz Teixeira Troglio

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCERA DE UMA USINA DE
RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE
DIVINÓPOLIS-MG**

Bambuí

2022

WELLINGTON LUIZ TEIXEIRA TROGLIO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCERA DE UMA USINA DE
RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE
DIVINÓPOLIS-MG**

Dissertação apresentada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - *campus* Bambuí.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos
Linha de pesquisa: Planejamento e Gestão Ambiental

Projeto Estruturante: Gestão de Águas, Efluentes e Resíduos Sólidos.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
Seção de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Baritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

PARECER N° 16

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada "Análise de viabilidade econômica e ambiental de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Divinópolis-MG", de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, Wellington Luiz Teixeira Troglia, sob a orientação do prof. Dr. Carlos Fernando Lemos, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 16/12/2022, com a média de 61,0 pontos.

A análise das correções finais da dissertação sugeridas pela Banca Examinadora será feita pelo professor orientador.

Bambuí (MG), 16 de dezembro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Fernando Lemos**, Usuário Externo, em 19/12/2022, às 08:42, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Henrique Martins Pereira**, Usuário Externo, em 19/12/2022, às 10:19, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Augusto Lacorte**, Professor, em 22/12/2022, às 07:31, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Wellington Luiz Teixeira Troglia**, Usuário Externo, em 09/01/2023, às 07:51, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador 1410405 e o código CRC 30DD9D85.

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

T844a Troglio, Wellington Luiz Teixeira.
Análise de viabilidade econômico-financeira de uma usina de
reciclagem de resíduos da construção civil no município de Divinópolis-
MG. / Wellington Luiz Teixeira Troglio. – Bambuí, 2022.
75 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado
Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2022.

1. Resíduos de construção civil. 2. Viabilidade econômica. 3. Valor
presente líquido. I. Lemos, Carlos Fernando. II. Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí,
MG. III. Título.

CDD 658.1552

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802

Dedico esta dissertação à minha esposa Cristina
Coimbra pelo apoio, incentivo e compreensão,
sem o qual não teria conseguido!!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Carlos Fernando Lemos pela orientação, paciência nos momentos mais críticos e compreensão. Nossos encontros foram tratados com respeito, profissionalismo acadêmico e dicas valiosas que engrandeceram minha pesquisa.

Agradeço também ao Criador(a) dos multiversos permitir minha existência e materializar pensamentos e ações.

“Assim na física quântica, o agente da causação descendente é reconhecido como a consciência... portanto a base de toda a existência não é a matéria e sim a consciência.”

Amit Goswami

RESUMO

O setor da construção civil é de extrema importância para o desenvolvimento econômico e social de um país e possui grande representatividade no produto interno bruto – PIB. Por outro lado, é um dos setores que mais causam impactos ambientais devido a exploração predatória dos recursos naturais, do consumo energético de fontes não renováveis e da imensa quantidade de resíduos sólidos gerados. Este trabalho propõe uma análise de viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição. Para alcançar este objetivo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, aplicou-se questionários em empresas correlacionadas e no setor público a fim de coletar dados quantitativos para análise quantitativa de resíduos visando mensurar a URRCD. Logo após estes dados, foram levantados custos de instalação e custos operacionais de uma usina de reciclagem para a análise de viabilidade econômica. Concluiu-se que a usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição possui viabilidade econômica apresentando um valor presente líquido de R\$ 975.326,73 , um valor de taxa interna de retorno de 23,71% e um período de recuperação do capital investido de 7,93 anos

Palavras-chave: resíduos de construção civil, viabilidade econômica, valor presente líquido.

ABSTRACT

The civil construction sector is extremely important for the economic and social development of a country and has great representation in the gross domestic product - GDP. On the other hand, it is one of the sectors that cause the most environmental impacts due to the predatory exploration of natural resources, energy consumption from non-renewable sources and the immense amount of solid waste generated. This work proposes an economic feasibility analysis of the implementation of a recycling plant for construction and demolition waste. To achieve this objective, a bibliographical research was carried out, questionnaires were applied in correlated companies and in the public sector in order to collect quantitative data for quantitative analysis of residues in order to measure the URRCD. Soon after these data, installation costs and operating costs of a recycling plant were raised for the economic feasibility analysis. It was concluded that the construction and demolition waste recycling plant is economically viable with a net present value of R\$ 975,326,73, an internal rate of return of 23.71% and a recovery period of invested capital of 7.93 years.

Key words: construction waste, economic viability, net present value.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Principais públicos interessados nas organizações	14
Figura 2: Diagrama de Venn para as 3 dimensões da sustentabilidade	17
Figura 3: Objetivos de Desenvolvimento do Milênio	17
Figura 4: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	18
Figura 5: Classificação de resíduos de acordo com sua origem	21
Figura 6: Classificação de resíduos de acordo com sua origem	22
Figura 7: Fluxo de materiais na Economia Circular	26
Figura 8: Estratégias de circularidade na cadeia de suprimentos	27
Figura 9: Níveis de implementação da economia circular	28
Figura 10: Modelos de negócio para captura de valor	29
Figura 11: Direção das estratégias em seus ambientes interno e externo	30
Figura 12: Matriz de <i>stakeholders</i> da empresa	31
Figura 13: <i>Circular Business Model Canvas</i>	33
Figura 14: Perspectivas Básicas do BSC	33
Figura 15: Mapa metodológico	37
Figura 16: Mapa <i>Business Model Canvas</i> URRCD	41
Figura 17: Britador de Entulho	43
Figura 18: Alimentador de Entulho	44
Figura 19: Esteira de Entulho	44
Figura 20: Fluxo de processos de reciclagem de RCD	45
Figura 21: Estrutura fluxo caixa da URRCD	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Definições de Economia Circular	25
Tabela 2: Relação de empresas visitadas	42
Tabela 3: Tipo e utilização de agregados reciclados	46
Tabela 4: Caracterização do município	47
Tabela 5: Custos com equipamentos URRCD	49
Tabela 6: Custos de investimento URRCD	49
Tabela 7: Custos operacionais da URRCD	50
Tabela 8: Investimento e custo anual da URRCD	51
Tabela 9: Estimativa de receita anual da URRCD	51
Tabela 10: Estimativa da taxa mínima de atratividade	52
Tabela 11: Projeção fluxo de caixa líquido	52
Tabela 12: Cálculo VPL e da TIR	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Aspectos gerais do trabalho	11
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Sustentabilidade	16
2.2	Resíduos da Construção Civil	19
2.3	Economia Circular.....	24
2.4	Modelos de Gestão	29
2.5	Análise de Viabilidade Econômica	34
3	METODOLOGIA	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	Principais Equipamentos de uma URRCD	43
4.2	Processo de Reciclagem RCD	45
4.3	Caracterização e Mensuração de RCD no Município	46
4.4	Análise de Viabilidade Econômica da URRCD	48
5	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE A	61
	ANEXO - PRODUTO TÉCNICO	62

1 INTRODUÇÃO

O segmento da indústria de construção civil possui grande relevância no cenário brasileiro, seja no desenvolvimento de cidades, e por consequência da economia gerando empregos diretos e indiretos, seja na geração de resíduos constituindo assim um grande passivo ambiental. Estes resíduos da construção civil – RCC originam-se de demolições, construções e reformas, e quando descartados de maneira incorreta acarreta sérios problemas ambientais (GULARTE *et al* 2020).

O setor da construção civil está alicerçado no consumo predatório de recursos naturais, como areia e pedra, cuja premissa básica é a economia linear onde impera a extração, produção, consumo e descarte. Com o crescimento acelerado da população, o volume de resíduos gerados e mal geridos, acarretam sérios impactos ambientais como contaminação da água e solo, proliferação de animais peçonhentos gerando riscos biológicos para a população, poluição visual (HAUBRICK E GONÇALVES, 2020).

O volume de resíduos da construção civil – RCC é da ordem de 47 milhões de toneladas ano, o que equivale a 221,19 kg de RCC por habitante ao ano. Mais da metade destes resíduos são gerados na região sudeste (ABRELPE, 2021).

1.1 Aspectos gerais do trabalho

Para a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2021), os resíduos da construção civil (RCC) aumentaram em 34,8% de 2010 a 2019, chegando a um total de 44,5 milhões de toneladas ao ano em território nacional. Em 2020 este volume chegou a 46,997 milhões de toneladas/ano. Estes resíduos constituem um problema para os municípios, pois a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, delegou este gerenciamento aos municípios.

Os materiais descartados provenientes da construção civil possuem alto valor agregado e de boa resistência, pois são constituídos de areia, pedras britadas, restos de tijolos, cerâmica, madeira, cimento e outros que servem de matéria prima para outras obras. Neste caso, pode-se reduzir o descarte desses materiais através da reciclagem dos mesmos de forma a reinseri-los nas obras de construção civis e assim mitigar os impactos ambientais causados por estes resíduos quando descartados de forma inadequada na natureza (AMORIM, 2016).

Segundo Abadia (2019), o crescimento econômico atual se depara cada vez mais com conflitos relacionados aos recursos naturais e seus diversos impactos decorrentes,

aumentando a pressão sobre as empresas na medida em que a conscientização da sociedade sobre os impactos ambientais cresce, direcionando as empresas a lidarem com a sustentabilidade por meio de mudanças significativas em suas operações, estratégias e modelos de negócios.

Uma alternativa a este modelo econômico predatório é a Economia Circular (EC) cujo conceito emerge no espectro das ciências ambientais e do desenvolvimento sustentável. É vista como uma alternativa sustentável pelo uso mais consciente dos recursos naturais e reuso e reciclagem de materiais objetivando mitigar os impactos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável para toda a cadeia produtiva.

De acordo com Albuquerque (2018), a utilização da EC envolve soluções alternativas durante todo o ciclo de vida do produto e dos processos, bem como a interação com o meio ambiente e seus *stakeholders*. Portanto a EC traz uma série de desafios, sendo essencial compreender o impacto das mudanças em seus modelos de gestão de negócios.

A economia Circular possibilita um aproveitamento ideal, como também um reaproveitamento sistemático de produtos industrializados, bens duráveis e não duráveis, desde a etapa de concepção de projeto, até mesmo após a sua reutilização (ciclo de vida útil). Ainda segundo os autores, uma das consequências negativas mais evidentes nas acumulações populacionais dizem respeito à precária estrutura pública de coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos (ABDALLA e SAMPAIO, 2018).

Para Iritani (2017) um modelo de gestão de negócios orientado à economia circular contribui com a padronização de processos, práticas e instrumentos de gestão, além de contemplar o ciclo de vida do produto em suas práticas.

Neste contexto de reaproveitamento e reciclagem de RCC, aliados aos princípios da economia circular e na gestão integrada dos resíduos, as usinas de reciclagem de entulhos – URE promovem uma solução no descarte destes resíduos como também um ponto de reinserção destes na cadeia produtiva (PASCHOALIN FILHO *et al* 2019).

A gestão de resíduos sólidos deve estar alinhada com os princípios de saúde pública, engenharia, economia e preservação ambiental. Afirmam também que a necessidade de considerar todos os aspectos relacionados às ciências sociais, uma vez que envolve atitudes da população. Nesse contexto, as soluções devem considerar a complexa interdisciplinaridade entre os diversos campos das ciências e áreas de conhecimento (OLIVEIRA e JUNIOR, 2016).

Esta interdisciplinaridade é abordada neste trabalho através dos princípios da economia circular, das técnicas de análise econômica de viabilidade disponibilizados pela matemática financeira, das técnicas de gestão aplicadas ao gerenciamento de resíduos sólidos

da construção civil para a implementação de uma usina de reciclagem de entulhos, agora denominada de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição – URRCD.

1.2 Justificativa

Para Frasson (2017), os impactos ambientais causados pela construção civil são muitos, pois analisando a cadeia produtiva do setor, existe consumo de energia, água, recursos naturais e por fim o descarte dos resíduos que constituem grande parte dos resíduos sólidos urbanos.

Os tratamentos adequados dos resíduos da construção civil devem seguir critérios de gestão que compreende a capacidade de planejar, organizar, direcionar recursos e liderar pessoas juntamente com a definição de gestão proposta do PNRS que a define como um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social (MAIA, 2019).

A construção de uma usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição promove a gestão integrada destes resíduos sob a ótica da economia circular de forma a aproximar o relacionamento com clientes, governo, sociedade e meio ambiente. Isto cria um cenário favorável aos interesses comuns destes agentes e colabora com o desenvolvimento sustentável nos aspectos ambientais, sociais e econômicos (PASCHOALIN FILHO *et al* 2019).

Segundo Gularte *et al* (2017), faz-se necessário uma análise econômico-financeira de uma URRCD para avaliar a viabilidade de um empreendimento desse porte, haja vista que a variável local é de suma relevância.

Diante deste contexto surge a questão chave deste trabalho que é analisar a viabilidade econômico-financeira de uma URRCD orientado pela economia circular.

Procurando resolver este problema buscou-se uma ferramenta que trabalhe a conciliação de interesses de vários públicos envolvidos (*stakeholders*) de forma estratégica com metas e indicadores de desempenho aliados a uma proposta de valor sustentável.

Para Harrison (2005), alguns dos recursos mais valiosos e estratégicos de uma empresa podem se estender para além de suas fronteiras. Um emaranhado de contratos e alianças está se formando como consequência dessa expansão de interesses e influências. A figura 1 ilustra um mapa típico dos vários públicos interessados em um negócio.

Figura 1: Principais públicos interessados nas organizações



Fonte: Harrison (2005)

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade econômico-financeira de implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição – URRCD.

Os objetivos específicos são evidenciados a seguir:

- Mensurar a quantidade dos RCD gerados no município;
- Mapear as principais fontes geradoras de RCD;
- Identificar os custos de investimento e operacionais de uma URRCD;
- Realizar uma análise de viabilidade econômica através dos principais indicadores da URRCC.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O segmento da construção civil possui forte influência na sustentabilidade brasileira, seja nas questões econômicas devido sua representatividade no produto interno bruto (PIB), seja nas questões sociais pelo contingente de pessoas que emprega direta ou indiretamente ou seja pelas questões ambientais cuja indústria da construção civil lança na atmosfera cerca de 50% de CO₂ do total emitido no planeta, além de gerar quase metade da quantidade de resíduos sólidos gerados no mundo (AMORAS *et al.*, 2017).

Para Moraes (2018), a indústria da construção civil é responsável por impactos significativos nos três principais aspectos da sustentabilidade, ou seja, nos aspectos ambientais, sociais e econômicos e aponta a necessidade de uma política abrangente para o correto destino dos resíduos gerados por este setor.

Segundo Bezerra *et. Al.* (2020), embora a construção civil traz benefícios para a sociedade e sua evolução, ela pode ocasionar prejuízos e danos irreversíveis devido não só a quantidade de resíduos sólidos gerados cujo descarte é um grande passivo ambiental como a escassez de recursos naturais explorados de forma predatória.

Amoras *et al.* (2017), apontam para uma gestão conjunta entre o setor público, o setor privado e a sociedade com objetivos de tratarem a mitigação dos impactos gerados pelo segmento da construção civil.

A gestão inadequada dos resíduos da construção civil (RCC) podem provocar riscos desnecessários à saúde pública, além de degradar o meio ambiente, cuja mitigação está atrelada a questão sustentável (PICCHIAI, SENIGALIA, 2019).

Para Bertassini (2018), as organizações adotam práticas sustentáveis devido a fatores externos como legislação, pressão pública e para atender os interesses dos *stakeholders*, ou por fatores internos como redução de custos, maior eficiência no aproveitamento dos recursos, inovação em processos e produtos. Ambos os casos são limitados pelo modelo econômico linear pautado principalmente na exploração predatória de recursos e no descarte de resíduos sem uma preocupação sustentável. Esta realidade pode ser aprimorada com a utilização dos princípios da economia circular.

2.1 Sustentabilidade

O modo de consumo capitalista em que a imensa maioria dos seres humanos vivem demonstra ser, indubitavelmente, uma forma insustentável (TIOSSI *et al.*, 2017). A economia de mercado centrado nos valores econômicos e na visão cartesiana, tem gerado sérios desequilíbrios globais, como nos aspectos sociais, ambientais e também econômicos se observados os quesitos de distribuição de renda.

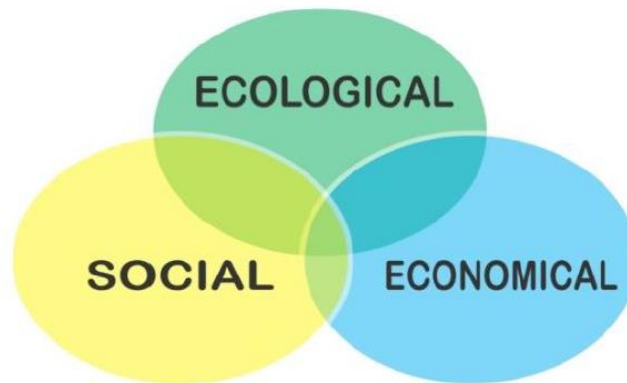
Para Abadia 2019, o termo sustentabilidade está diretamente relacionado ao conceito da capacidade de sustentar-se ou poder continuar por um período de tempo. Embora não haja uma data específica para sua origem, o termo sustentabilidade apareceu com mais frequência a partir de 1987, principalmente após o Relatório de Brundtland divulgado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (Organização das Nações Unidas). Este relatório apresentou a definição de desenvolvimento sustentável cujo significado é “... desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades”.

Segundo Amorim (2016), tratava-se de uma extensão da solidariedade para as gerações futuras, tornando-se imprescindível o uso mais racional dos recursos naturais e uma gestão de resíduos mais eficaz. O autor comenta sobre o dilema da compatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e o crescimento econômico, pois ao se restringir as regulamentações ambientais o crescimento econômico é atenuado, e ao incentivar o crescimento econômico, deve-se fazê-lo observando a degradação ambiental a fim de evitar poluição dos rios, solo, ar, entre outros.

Segundo Abadia (2019), o conceito mais difundido de sustentabilidade está relacionado com o *Triple Bottom Line*, ou tripé da sustentabilidade definido como pessoas, planeta e lucro, ou seja, aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Para Tiossi *et al.* (2017), as três principais dimensões da sustentabilidade, ao se sobreporem, atendem aos critérios do desenvolvimento sustentável que pode ser representado pelo diagrama de Venn.

Figura 2: Diagrama de Venn para as 3 dimensões da sustentabilidade



FONTE: Tiozzi *et al.* (2017).

A revolução tecnológica associada a urbanização e crescimento populacional, junto ao crescimento econômico, alteram o estilo de vida e cultura de produção e consumo, evidenciando a necessidade de novas ações e práticas que contribuam com o desenvolvimento sustentável (TIOSSI e SIMOM, 2021).

A sustentabilidade num contexto mais abrangente possui oito dimensões: ecológica, ambiental, cultural, social, territorial, econômica e política nacional e internacional. Assim a sustentabilidade possui um conceito dinâmico considerando as demandas crescentes das populações no cenário nacional e internacional (TIOSSI *et al.*, 2017).

A sustentabilidade ganhou força na Organização das Nações Unidas (ONU) em 2.000 quando foi realizada a Cúpula do Milênio onde definiram-se os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs). Foi um momento histórico e uma mobilização global eficaz envolvendo governos, parceiros e sociedade civil.

Figura 3: Objetivos de Desenvolvimento do Milênio



FONTE: Abadia, 2019.

Dando continuidade a este movimento a ONU junto aos Estados membros em mandato emitido na Conferência Rio+20, passa a desenvolver a agenda 2030, declarada em setembro de 2015 apresenta 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Figura 4: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



FONTE: Abadia (2019).

O tema sustentabilidade, no aspecto mais geral, tem crescido e conquistado maior atenção e importância pela academia, pela sociedade e também pelo segmento empresarial denotando uma interação de disciplinas e caracterizando seu aspecto interdisciplinar (TIOSSI e SIMOM, 2021).

A grande maioria dos estudos sobre sustentabilidade a tratam de forma cartesiana, ou seja, de forma disciplinar e separada. A sustentabilidade é multifacetária necessitando de uma visão holística onde necessariamente haja participação de diversas áreas do conhecimento para uma compreensão ampla e abrangente. Portanto somente com uma abordagem interdisciplinar é possível compreender de forma mais ampla a relação do ser humano com a sociedade e o meio ambiente (Benedicto *et al* 2020).

2.2 Resíduos da Construção Civil

O setor da construção civil, apesar de ser um setor de vital importância para o crescimento econômico de uma nação, é um dos setores que mais causam impactos ambientais devido o grande volume de resíduos sólidos gerados principalmente pela falta de gestão nos trabalhos da construção civil (KUHN *et al.*, 2021).

O setor da construção civil demanda muitos materiais, também pelo desmedido uso e consumo de matéria prima, causando grandes impactos ambientais na extração exploratória destes recursos de forma a comprometer as próximas gerações futuras (MEIRELES *et al.*, 2022).

A construção civil está em constante expansão e sua importância para o desenvolvimento econômico é notória, porém é um segmento industrial que causa inúmeros impactos ambientais por causa da quantidade de resíduos gerados, de seu descarte e do tempo que permanecem na natureza causando problemas ambientais (Haubrick e Gonçalves, 2020).

Devido ao alto impacto dos resíduos sólidos da construção civil gerados, surgiu em 05 de julho de 2002 a publicação da resolução 307 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) onde os geradores começaram a ser responsáveis pelos resíduos gerados (BARROS, 2017).

De acordo com a Resolução do CONAMA (2002), os RCDs (resíduos da construção e demolição) recebem a seguinte denominação:

“Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparo de demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. Resolução Conama 307/2002).”

A resolução 307 (CONAMA 2002) define 4 classes de resíduos que deverão ter tratamentos distintos:

I – Resíduos Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, quando inertes, tais como:

- de construção, demolição, reformas, e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos e rochas provenientes de escavação e terraplanagem;
- de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa e concreto;

- de processo de fabricação ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios fios) produzido nos canteiros de obras.

II – Resíduos Classe B: são resíduos recicláveis para outras destinações desde que não contaminados, como por exemplo, plásticos (embalagens, PVC de instalações), papéis e papelões (embalagens de argamassa, embalagens em geral, documentos), metais (perfis metálicos, tubos de ferro galvanizado, marmitex de alumínio, aço, esquadrias de alumínio, grades de ferro, resíduos de ferro em geral, fios de cobre, latas), madeiras (forma, madeiras em geral), gesso e vidros.

III – Resíduos Classe C: são os resíduos não perigosos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Exemplo são as estopas, isopor, lixas, mantas asfálticas, massa de vidro, sacos de cimento, tubos de poliuretano.

IV – Resíduos Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. Exemplo são as tintas, solventes, óleos, resíduos de clínicas radiológicas, latas e sobras de aditivos e desmoldantes, telhas e outros materiais de amianto, tintas e sobras de material de pintura.

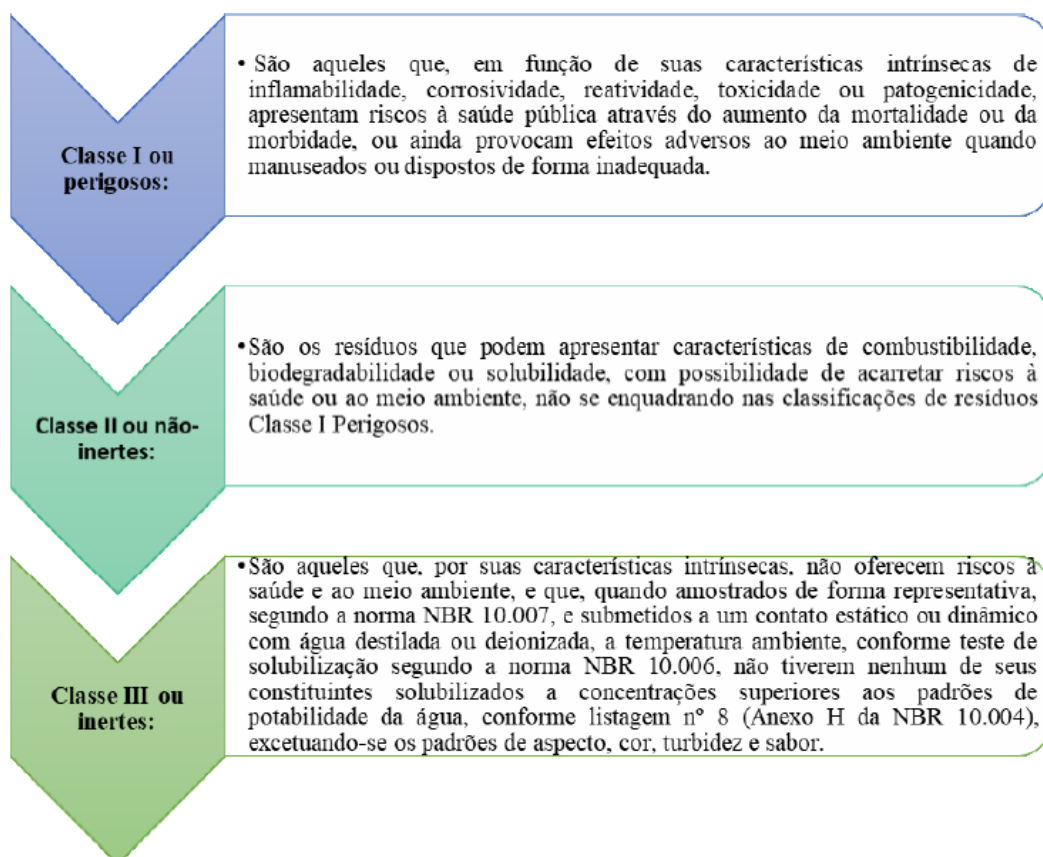
Os resíduos da construção e demolição (RCD), de acordo com a norma, são provenientes de vários tipos de materiais de composições diferentes, oriundos de execução, reparo, reformas, os resultantes da escavação e preparação de terrenos como: rochas, metais, concretos em geral, blocos cerâmicos, solo, telhas, argamassa, gesso, madeira, vidros, plásticos, fiação elétrica e outros denominados entulho (Moraes, 2018).

Segundo a norma ABNT NBR 10004 (ABNT, 2004, p. 1) resíduos sólidos são todos os:

“Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: urbana, agrícola, radioativa e outros (perigosos e/ou tóxicos). Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível. (NBR 10.004, 2004, p.01).”

Esta norma classifica os resíduos de acordo com a atividade ou processo que lhes deu origem, bem como de suas características e constituintes como definido na figura 5 (FERREIRA, 2019).

Figura 5: Classificação de resíduos de acordo com sua origem

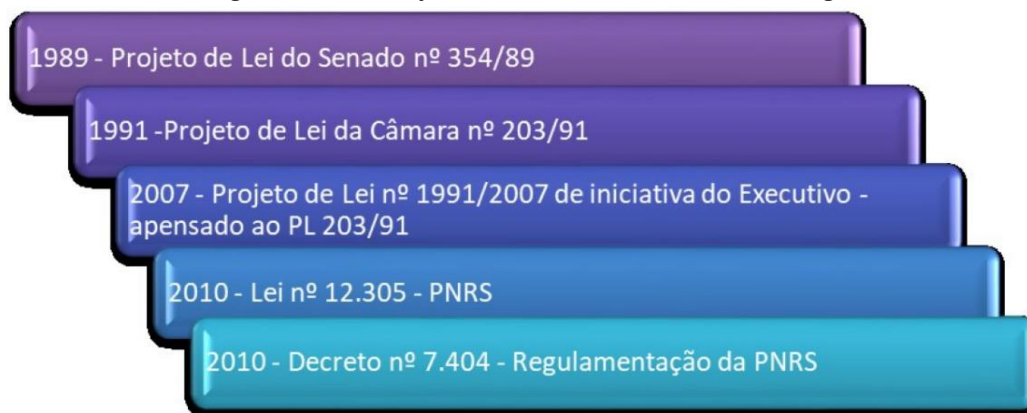


FONTE: NBR 10004 (2004).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída em agosto de 2010, sendo considerada um marco na temática, dispondo sobre seus princípios, objetivos, instrumentos, gerenciamento de resíduos sólidos e gestão integrada, responsabilidade dos geradores e do setor público, e os instrumentos econômicos aplicáveis (FERREIRA, 2019).

A PNRS pode ser organizada em ordem cronológica, conforme figura 6.

Figura 6: Classificação de resíduos de acordo com sua origem



FONTE: Ferreira, 2018

Para Ferreira (2019), entre os principais objetivos da PNRS encontram-se: não geração, redução, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos, além da disposição final destes resíduos.

A construção civil gera resíduos provenientes de locais como: construções, reformas, demolições, preparação de terrenos, além de origens através de desastres naturais, como terremotos, enchentes, furacões entre outros. Têm como características principais a grande quantidade de resíduos gerados e a variedade de tipos de componentes em sua constituição como telhas, cerâmicas, argamassa, tijolos, concreto, ferragens, plásticos, madeiras, entre tantos (Almeida 2019).

De acordo com a resolução do CONAMA nº 001/1986, considera-se como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultante de qualquer energia gerada pelo ser humano que direta ou indiretamente (MORAES, 2018) afetam:

- As atividades socioeconômicas;
- A biota e condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- A qualidade dos recursos naturais;
- A saúde, o bem estar e a segurança da população.

É inegável que as etapas da indústria da construção civil, afetam diretamente ou indiretamente, desde a extração da matéria prima até a construção e demolição, uma ou mais aspectos relacionados acima. Segundo Haubrick e Gonçalves (2020), os impactos ambientais causados pelos resíduos de construção e demolição (RCD) descartados erroneamente,

geralmente são: contaminação da água, do solo, ambiente propício para criação de animais peçonhentos que geram riscos biológicos para a sociedade, além da poluição visual.

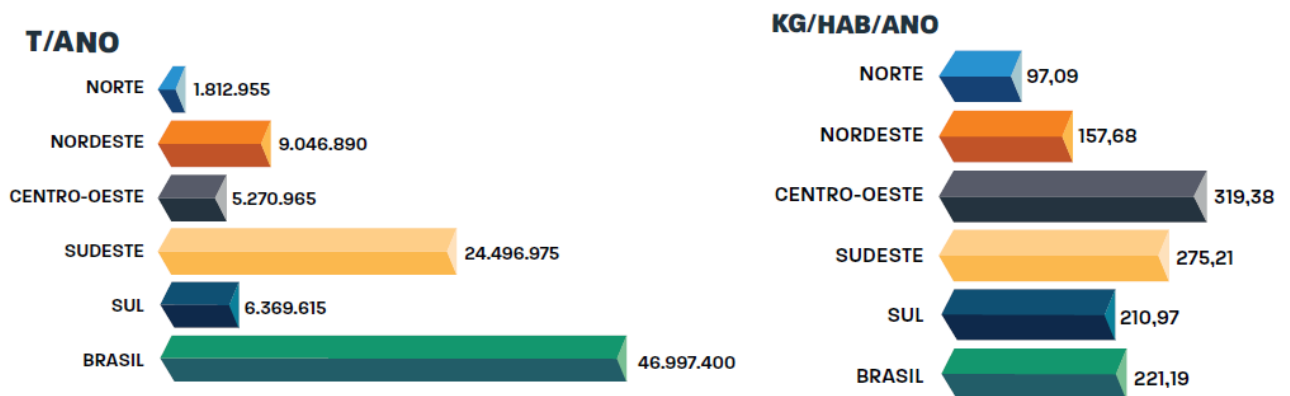
Segundo Moraes (2018), as principais causas decorrentes da disposição inadequada dos RCD que afetam o meio ambiente e a saúde pública são:

- Obstrução de sistemas de drenagem;
- Assoreamento de córregos e rios;
- Degradação da paisagem urbana;
- Riscos geotécnicos;
- Proliferação de agentes transmissores de doenças e animais peçonhentos.

Para Haubrick e Gonçalves (2020), os RCD podem ser altamente perigosos contribuindo para o aumento da taxa de mortalidade como no caso de resíduos de embalagens de materiais tóxicos, solventes e outros que contém benzeno em sua composição.

De acordo com a ABRELPE (2021), houve um crescimento de 5,5% no ano de 2020 em relação às toneladas de RCD, passando para 221,2 Kg/ano por habitante no Brasil. A região sudeste é a mais gera resíduos da construção e demolição chegando a 52% do total no país, chegando a 24,5 milhões de toneladas coletadas por ano, conforme mostra o gráfico 1.

Gráfico 1: Coleta de RCD nas regiões brasileiras



FONTE: ABRELPE (2021).

2.3 Economia Circular

O modelo linear e tradicional de nossa economia é desafiado constantemente pelo próprio sistema em que opera, ou seja, é insustentável em si mesmo. Podemos citar perdas econômicas, de energia, de resíduos, degradação os sistemas naturais, perda de biodiversidade e capital natural, sem falar nos riscos associados a preços e aumentos de custos devido escassez de recursos naturais, influenciando assim toda nossa economia (PIAZZA, 2019).

Uma das grandes preocupações de especialistas e também da humanidade em relação ao tema sustentabilidade é promover uma alternativa ao modelo linear de produção-consumo descarte. Uma solução reconhecida pela academia e também pelo mercado para este impasse passa pela economia circular que engloba ações de reutilização, reciclagem, remanufatura de forma a promover o ciclo de vida das matérias primas (SILVA et al., 2021).

A expansão socioeconômica e industrial provocou externalidades de impacto negativo devido o modelo econômico linear “*take-make-dispose*” explorar os recursos naturais e utilizar energia de fontes finitas. A economia circular, neste aspecto se apresenta como um modelo industrial de sustentabilidade, que visa remodelar a cadeia produtiva cujos principais objetivos são o uso de energias renováveis, a mitigação de componentes tóxicos e a redução extrema de resíduos desde a sua concepção (TAVARES e BORSCHIVER, 2019).

Segundo Paschoalin Filho *et al.* (2019), a Economia Circular (EC) constitui-se em um modelo econômico na qual maximiza-se a eficiência dos processos, onde os recursos são utilizados de forma otimizada e racionada, buscando sempre a reutilização e minimização do uso de recursos naturais.

Portanto a EC visa um ideal aproveitamento e reaproveitamento sistemático de produtos duráveis e não duráveis, desde o início da concepção do projeto até o final de seu ciclo de vida útil, passando por sua reutilização (ABDALLA e SAMPAIO, 2018).

Economia Circular envolve uma coleção de ideias derivadas de uma variedade de disciplinas científicas em que um dos principais conceitos permeia a ideia de se colocar em prática a sustentabilidade nos negócios, embora haja grande discussão em trono destes dois conceitos. Dessa forma, apresentar uma definição universal da EC é um desafio, uma vez que envolve diversos *stakeholders* e diferentes escolas de pensamento (BERTASSINI, 2018).

Objetivando estender a evolução dos conceitos de economia circular e seu nível de implementação, Albuquerque (2018), apresenta no Tabela 1 algumas definições da EC.

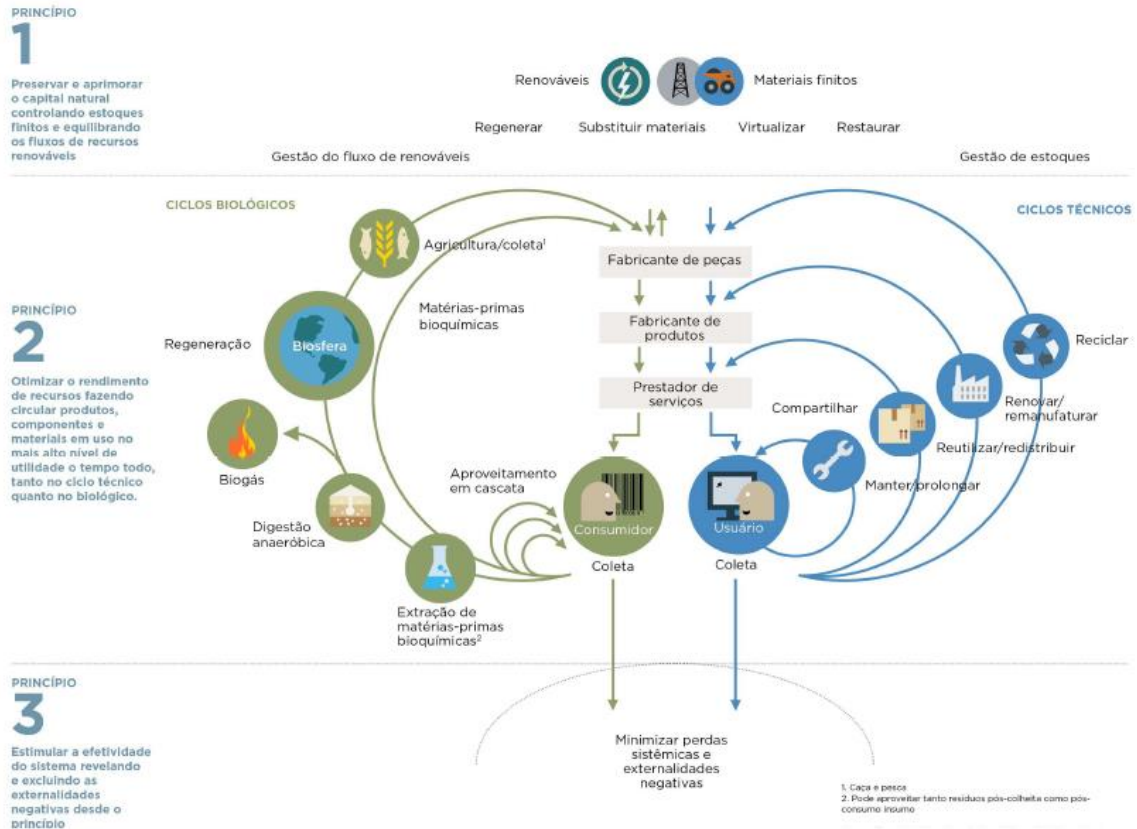
Tabela 1: Definições de Economia Circular

Autor	Definição
Yong (2007)	Envolve a reestruturação do fluxo material. Eficiência de utilização de recursos e redução da intensidade das emissões.
Geng and Doberstein (2008)	Realização de um circuito de fluxo fechado de materiais; Atividades com processos de <i>feedback</i> que imitam os ecossistemas naturais através de um processo de “transformação de recursos naturais” em produtos manufaturados → subprodutos de fabricação usados como recursos para outras indústrias.
Mentink (2014)	Sistema econômico com <i>loops</i> de materiais.
Abramovay, R. (2014)	O autor afirma que não se trata de reciclagem. Traz a discussão para uma logística reversa global e destaca a influência estratégica sobre o <i>design</i> dos produtos, seu consumo e a recuperação dos materiais em que se apoia.
Ghisellini et al (2016)	Promoção da adesão dos padrões de produção de <i>loop</i> fechado, juntamente com um sistema econômico, no qual se objetiva o aumento da eficiência de utilização de recursos, a fim de melhorar o balanceamento e a harmonia entre a economia, meio-ambiente e sociedade.
Rizos et. Al (2016)	Um conceito enraizado em diferentes escolas de pensamentos; elabora teorias que questionam a predominância do modelo de economias lineares, as quais assumem que os recursos são infinitos.
Winas et al. (2017)	Capitalizar a reciclagem de fluxo de materiais e equilibrar o crescimento e desenvolvimento econômico com o meio ambiente.
Adams, K etl (2017)	Evita o desperdício, juntamente com a reciclagem de <i>loop</i> fechado, se tornando uma componente chave para a sua designação na legislação alemã, porém na legislação chinesa o termo é direcionado ao <i>ecodesign</i> , produção mais limpa (<i>cleaner production</i>), parques eco-industriais e redes que criam uma sociedade orientada à reciclagem.

FONTE: Albuquerque (2018).

A EC diferencia dois tipos de ciclos, o ciclo biológico e o ciclo técnico, conforme figura 6. No ciclo biológico circulam nutrientes biológicos que são materiais ou produtos desenvolvidos para retornar ao ciclo biológico não apresentando ameaça aos seres vivos. Os nutrientes técnicos constituem-se em materiais ou produtos frequentemente sintéticos ou minerais que são desenvolvidos para retornarem ao ciclo técnico, os quais têm potencial para reutilização e recuperação mantendo seu valor durante muitos ciclos de vida.

Figura 7: Fluxo de materiais na Economia Circular



FONTE: Ellen MacArthur Foundation (2015).

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2015), a economia circular possui três princípios que podem ser visualizados pelos fluxos de materiais na figura 6:

Princípio 1: Preservar e aprimorar o capital natural. Minimizar o máximo possível a utilização de recursos através da desmaterialização de produtos e serviços de forma a controlar estoques finitos e maximizar o fluxo de recursos renováveis.

Princípio 2: Maximizar o rendimento de recursos. Maximizar o ciclo de vida útil dos recursos, seja de produtos, materiais e componentes tanto no ciclo técnico quanto biológico.

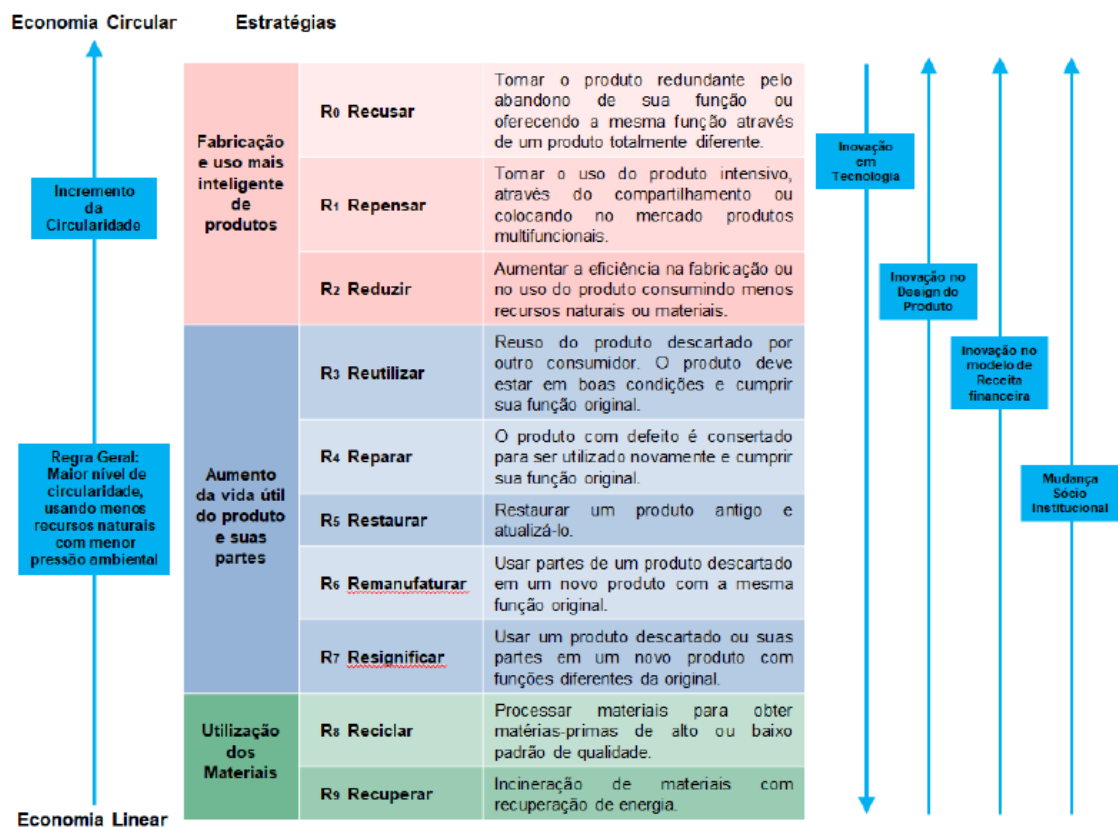
Princípio 3. Estimular a efetividade do sistema. Estabelecer a minimização de prejuízos nas áreas de habitação, mobilidade, saúde e alimentos. Reduzir as externalidades negativas desde o princípio no uso de recursos naturais.

Para Bertassini (2018), os princípios sustentam a economia circular nas organizações e fortificam a ideia de que a economia circular está pautada na otimização de recursos naturais, processos e reutilização.

A migração da economia linear para a economia circular requer o uso de estratégias adequadas que podem ser aplicadas em diversos níveis que compõem um sistema onde uma dessas estratégias dever ser aplicada a nível de produto (BERTASSINI, 2019).

Para Piazza (2019), várias estratégias são implementadas em uma cadeia de suprimentos de modo a estabelecer a EC, cujo propósito principal é o de minimizar o consumo de recursos e materiais naturais e reduzir a geração de resíduos. Estas estratégias foram organizadas por ordem de prioridade de acordo com seus níveis de circularidade, no modelo de Potting *et al.* (2017), evidenciados na figura 8.

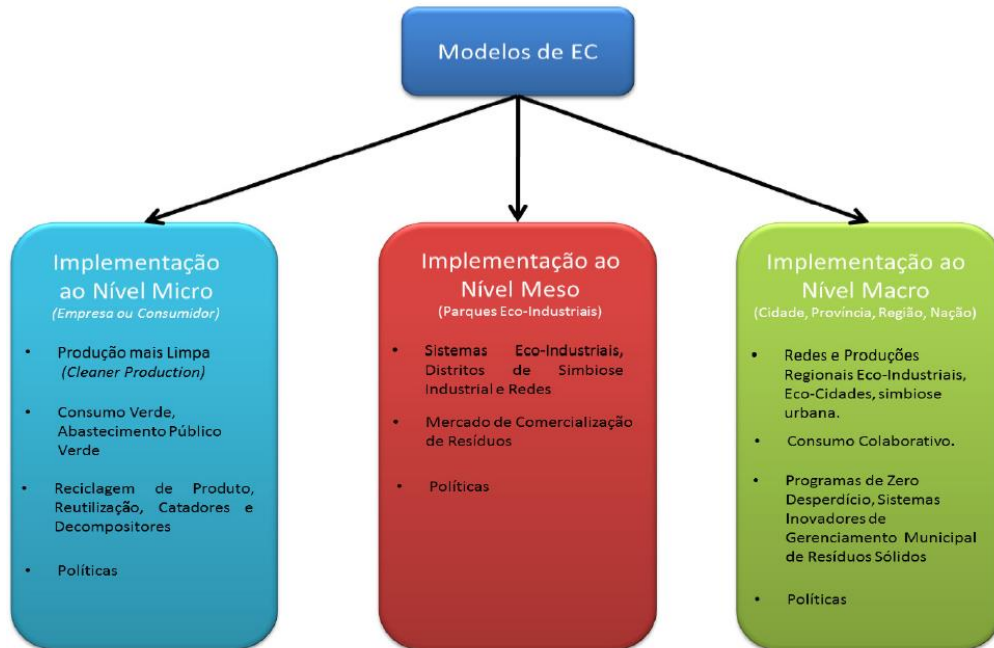
Figura 8: Estratégias de circularidade na cadeia de suprimentos



FONTE: Piazza, 2019

Segundo Albuquerque (2019), o interesse pela pesquisa da economia circular ocorre em diferentes escalas: micro (consumidores e empresas), meso (sistemas eco-industriais) e macro (nível regional e cidades) evidenciado na figura 9.

Figura 9: Níveis de implementação da economia circular



FONTE: Albuquerque (2018).

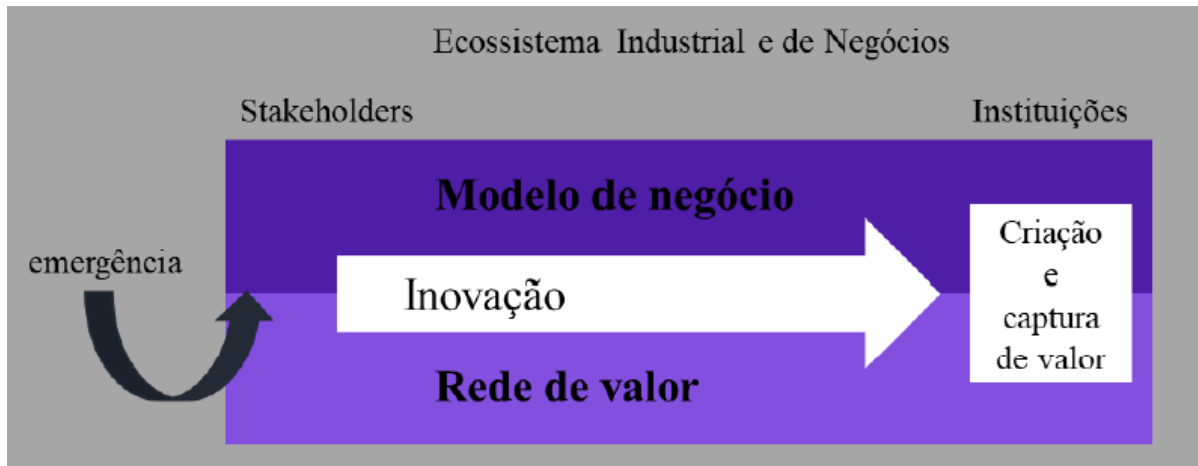
Um modelo de negócio pode ser compreendido, de forma básica, como um conjunto de ferramentas de gestão estruturados de acordo com os objetivos organizacionais de forma a representar como a organização cria valor para seus *stakeholders*. Os modelos de negócios circulares seguem a mesma tendência e remetem ao tripé da sustentabilidade referente aos aspectos ambientais, sociais e econômicos (TAVARES e BORSCHIVER, 2019).

Segundo Bertassini (2018), modelos de negócios compreendem sistemas definidos pela organização para tomada de decisões que envolvem atividades interdependentes que determinam como criar valor, capturar e entregar valor no curto, médio e longo prazo. Em outras palavras, pode ser compreendido como a maneira das organizações distribuírem os fluxos de valores aos seus *stakeholders* de forma a converter estes valores em fluxo de caixa.

Para Albuquerque (2018), a implementação de uma modelo de negócio circular fomenta a criação de cadeias de suprimentos circulares de forma a permitir que os produtos no final de seu ciclo de vida entrem novamente na cadeia de abastecimento através da reutilização, remanufatura e reciclagem. Complemente que a efetiva interação destas cadeias de suprimentos torna-se primordial para a eficácia de um sistema circular de larga escala.

Modelos de negócio na ótica da criação de valor têm foco em satisfazer as necessidades dos consumidores, retornos econômicos e conformidades, evidenciado na figura 9 (Bertassini, 2018).

Figura 10: Modelos de negócio para captura de valor



FONTE: Bertassini, 2018

A gestão de resíduos no passado foi uma maneira de se livrar destes por aterro e incineração e constitui ainda, no padrão dominante em todo o planeta, gerando uma enorme perda de energia, de recursos valiosos e ocasionando grandes impactos ambientais. Segundo Albuquerque (2018) a gestão de resíduos deve ser observada como uma recuperação de recursos e mitigação de impactos ambientais. Ao se implementar uma gestão integrada de resíduos ela se torna um importante braço da economia circular.

2.4 Modelos de Gestão

Administração consiste em planejar, organizar, liderar e controlar recursos humanos e outros recursos para alcançar os objetivos organizacionais com maior eficácia. De forma mais simples e objetiva, um modelo de administração ou gestão significa um molde, uma estrutura de administrar recursos e pessoas com objetivos pré-definidos. Em outras palavras, modelos de gestão são normas, princípios que vão orientar os gestores na escolha das melhores alternativas para administrar as empresas (Jones e George, 2008)

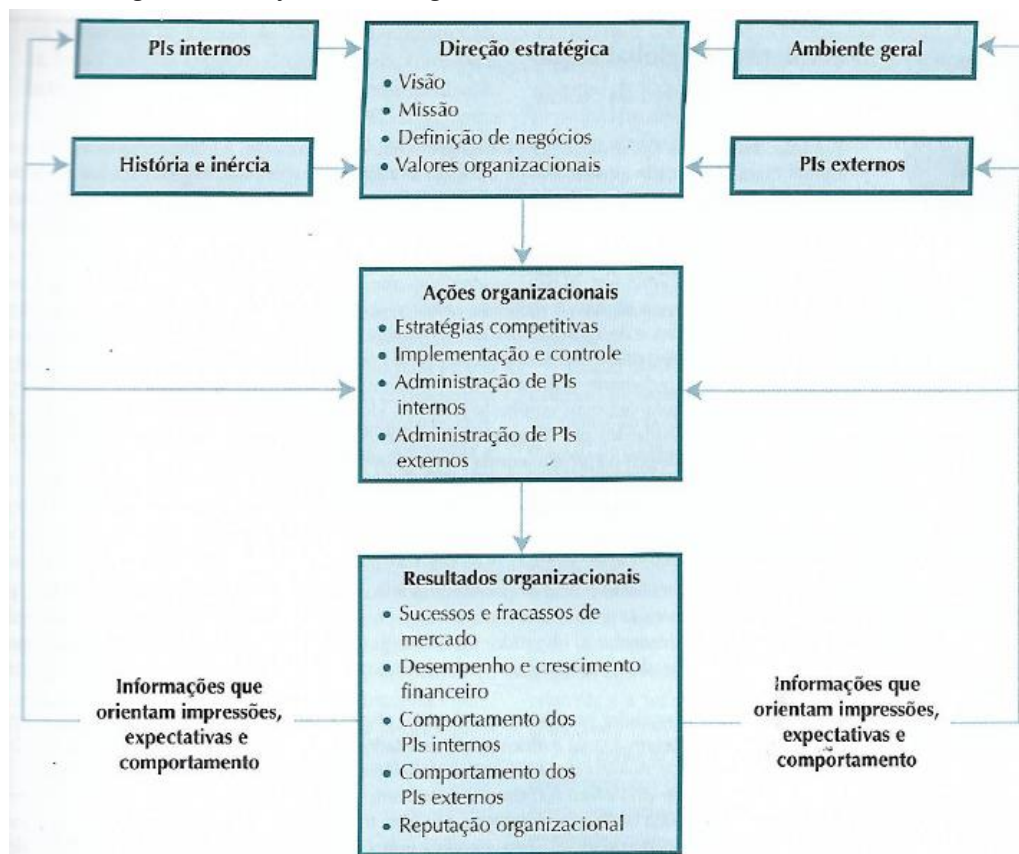
De acordo com Peres (2020), vários conceitos da física quântica podem ser úteis à gestão e administração, principalmente no que tange aos aspectos probabilísticos. A matéria na verdade é uma energia condensada com probabilidades sobrepostas da posição do elétron, que por sua vez pode ser onda ou partícula e estar em mais de um lugar ao mesmo tempo. Essas

características complexas sugerem um emaranhamento entre sujeito e objeto assim como no mundo dos negócios. Dessa forma o molde e estrutura dos modelos de gestão ganham mais campo e significado, tanto a nível ambiental como em nível social, visando uma administração mais alinhada aos princípios sustentáveis e não apenas materiais, uma vez que a matéria é questão de ponto de vista.

Segundo Jones (2010), o ambiente é um conjunto de pressões e forças (também quânticas) ao redor de uma organização que tem potencial para afetar como ela opera.

Para Harrison (2005), o ambiente operacional consiste em públicos interessados – PI's com os quais a organização interage em bases regulares, incluindo clientes, comunidades locais, agentes governamentais, fornecedores, como mercado local, grupo de ativistas, sindicatos e intermediários financeiros. Estes PI's interagem e influenciam na organização de modos diferentes.

Figura 11: Direção das estratégias em seus ambientes interno e externo



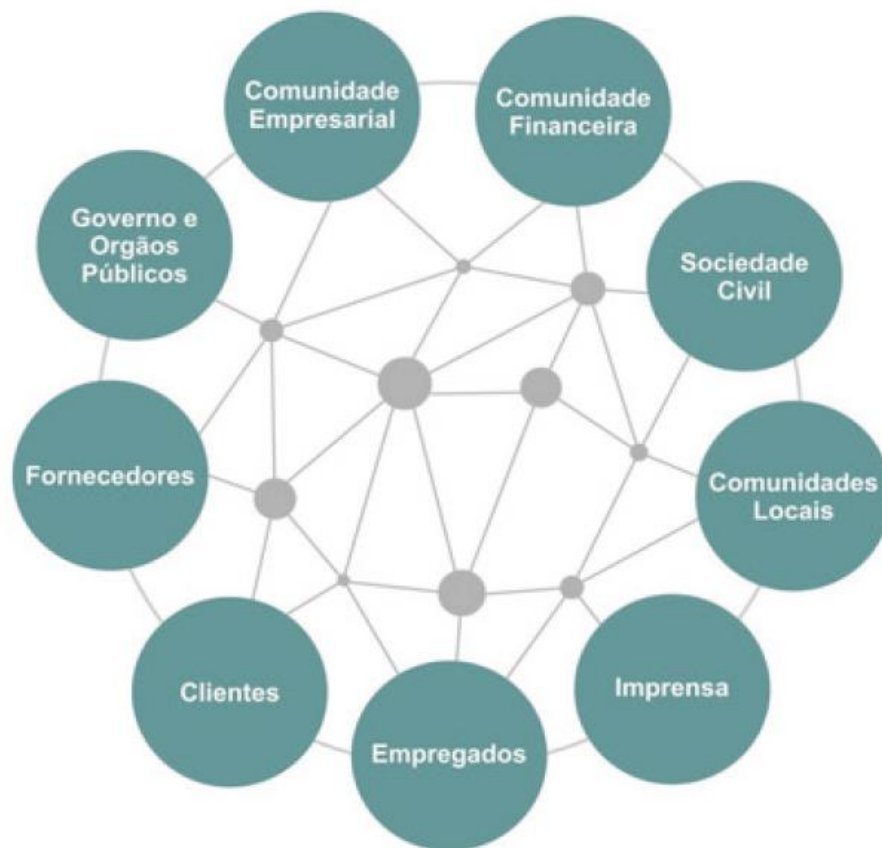
Fonte: Harrison (2005)

Para Mintzberg *et al.* (2000) a palavra estratégia existe a muito tempo e requer uma série de definições como por exemplo pode ser considerada como um plano, um padrão, um posicionamento, uma perspectiva e finalmente um truque ou manobra. Cada definição com suas

características peculiares definem o arcabouço da complexidade e visão sistêmica da gestão estratégica.

Para a implementação de uma gestão estratégica, o desenho organizacional constitui-se em uma ferramenta poderosa que evidencia os fluxos de processos administrativos que envolvem os *stakeholders* e sua importância no contexto organizacional (Correa et al 2021). A figura 12 apresenta a matriz dos *stakeholders* que são considerados importantes no contexto empresarial.

Figura 12: Matriz de *stakeholders* da empresa



Fonte: Correa et al (2021)

Para Correa *et al.* (2021), a administração ou gestão da organização deve preconizar uma maneira de atuação que sustente o alcance dos resultados esperados de seu público interessado ou os *stakeholders*.

Os *stakeholders* são pessoas e grupos de pessoas que fornecem a uma empresa, recursos produtivos de forma a possuir interesses em relação a esta empresa ou negócio. Constituem nos principais *stakeholders* de uma organização ou negócio os acionistas, fornecedores, gerentes, clientes, comunidade e sociedade local, funcionários, e as vezes, instituições financeiras (JONES e GEORGE, 2008).

A utilização dos modelos de gestão na economia circular requer mudanças mais fortes e inovações no ecossistema para ser efetivada, ou seja, as organizações devem se reinventar e adaptar aspectos diversos, às vezes, até divergentes, o que sugere uma cultura que incorpore conceitos e estratégias circulares e sustentáveis (BARBOZA *et al.*, 2022).

Entende-se por cultura organizacional um padrão de pressupostos que norteiam e orientam as pessoas que compõem a empresa na realização de suas atividades, sendo considerada um elemento chave para criar e sustentar mudanças com vista a efetivar a economia circular, uma vez que a cultura corporativa transmite um sentido de identidade que através de valores, normas e crenças, determinam como o negócio funciona (BARBOZA *et al.*, 2022).

Segundo Bastos (2016), o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS é o instrumento que diagnostica a situação atual e faz a delineação dos cenários para a gestão e limpeza dos resíduos sólidos no município. Ainda para Bastos, a gestão corretiva acarreta custos elevados e pouca eficácia na gestão dos resíduos de construção civil – RCC.

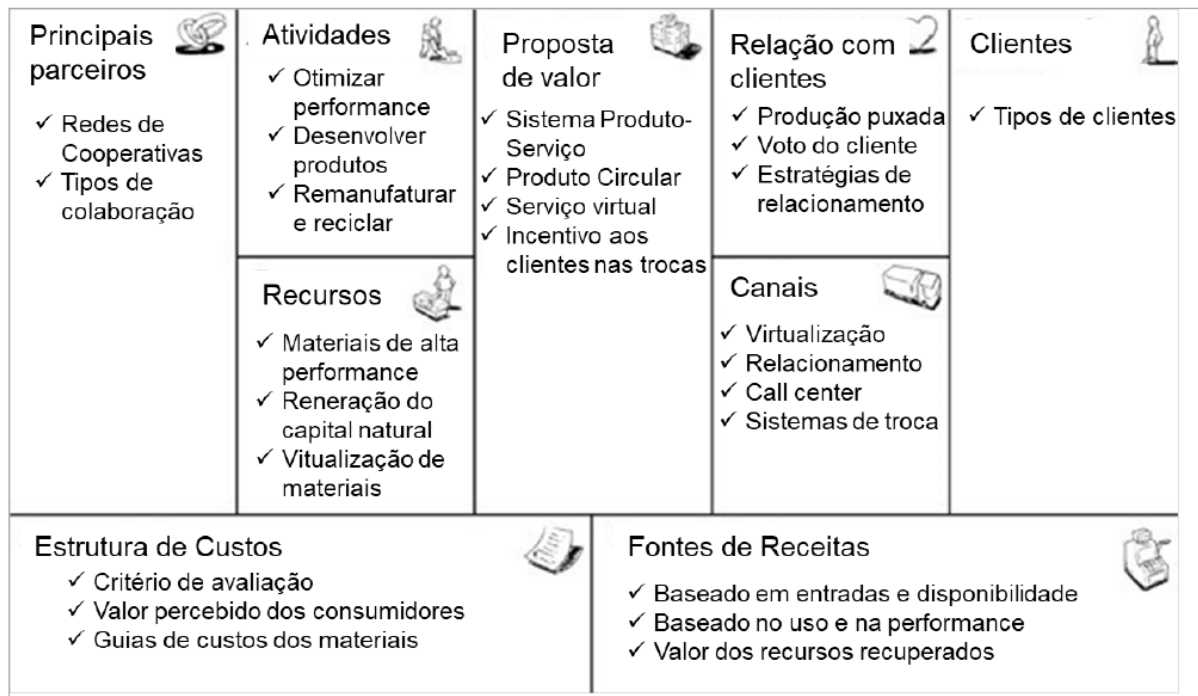
Um modelo de negócio é uma ferramenta muito útil na explicação de como a empresa opera ou funciona e evidencia as suas relações de valor com o cliente. Para Abadia (2019) estes modelos de negócios possuem extrema relevância na gestão organizacional devido sua utilidade em analisar, planejar e comunicar ações no processo de gestão. Um exemplo é o *Business Model Canvas* – BMC que é orientado na proposta de valor e define nove blocos principais.

O *Business Model Canvas* constitui-se em uma inovação de modelo de negócio de cunho acadêmico e prático pois define 9 blocos principais orientados e estruturados na criação de valor para os *stakeholders* envolvidos, levando-se em conta a complexidade das configurações e atividades organizacionais (ABADIA, 2019).

Segundo Piazza (2019), o *Circular Business Model Canvas* (CBMC) é um modelo de negócio sintético que evidencia a captura de valor para seus clientes, parcerias estratégicas, recursos e modelos de distribuição, evidenciado na figura 13.

Outra ferramenta de extrema importância utilizada no alinhamento estratégico com indicadores de desempenho é o *Balance Scorecard* – BSC. Segundo Kaplan e Norton (2006), o BSC constitui-se em uma poderosa ferramenta que alinha as estratégias da organização ao nível operacional numa relação de causa e efeito de forma a mensurar indicadores financeiros e não financeiros que impactam na rentabilidade e sustentabilidade do negócio a longo prazo.

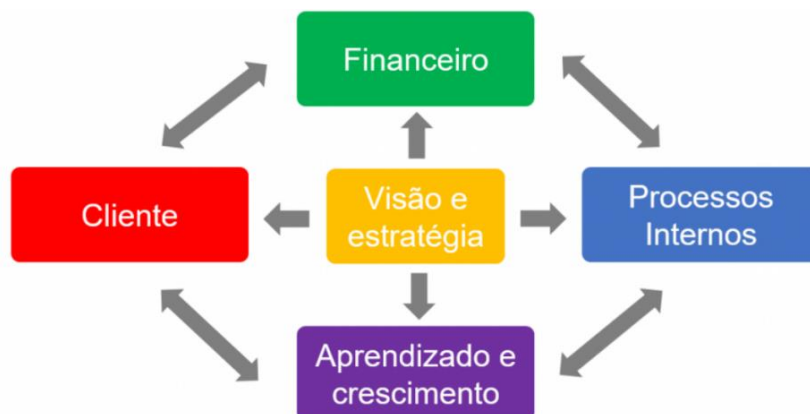
Figura 13: Circular Business Model Canvas



Fonte: Piazza (2019)

Ainda para Kaplan e Norton, o modelo das quatro perspectivas descreve como o negócio cria valor para os acionistas (proprietários) por meio de melhor relacionamento com clientes, impulsionado pela melhoria dos processos operacionais internos.

Figura 14: Perspectivas Básicas do BSC



Fonte: Kaplan e Norton (2006)

2.5 Análise de Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade econômica consiste em estruturar entradas e saídas de caixa em um projeto de forma a compreender se o retorno financeiro foi positivo, ou seja, no decorrer do tempo, as entradas superaram as saídas de caixa, levando em consideração, a inflação e o retorno exigido pelos acionistas ou proprietários do projeto.

Para Brigham e Houston (1999), a análise de decisões de investimento são denominados orçamentos de capital, e consistem na verificação das entradas e saídas de caixa de acordo com metodologias apropriadas.

O processo de orçamento de capital ou processo de análise de decisões de investimento específicas que consiste em analisar o capital ou ativos operacionais utilizados na produção, durante o período do investimento. Assim, as técnicas de orçamento de capital são conhecidas como técnicas de análises de investimentos (BRIGHAM e EHRHARDT 2007).

Para Damodaran (2009), todo ativo, seja financeiro ou real, tem valor cuja chave para decidir se deve investir nesses ativos está na compreensão das fontes desse valor. O projeto da usina de reciclagem de resíduos da construção civil – URCC é um ativo que deve ser verificado de acordo com as técnicas de análise de viabilidade econômica.

Segundo Hoji (2007), o método do valor presente líquido – VPL e o método da taxa interna de retorno – TIR estão entre as principais metodologias de análise de investimentos. Ainda segundo Hoji (2007), o método do VPL consiste em determinar o valor no instante inicial, descontando o fluxo de caixa líquido de cada período futuro gerado na vida útil do investimento, com a taxa mínima de atratividade, que pode ser o custo de capital ou custo de oportunidade. Geralmente o custo de capital é composto pela média ponderada do custo de capital de terceiros com o retorno exigido pelos proprietários do investimento, daí custo de oportunidade.

O VPL considera o valor do dinheiro no tempo, cujos fluxos operacionais de caixa são trazidos a valor presente através da operação de desconto a uma taxa que representa o custo de capital ou custo de oportunidade dos investidores no projeto (Ferreira 2005).

Para Damodaran (2009), a avaliação por fluxo de caixa descontado é a base sobre a qual constroem todas as outras abordagens de avaliação de investimentos, que relaciona o valor de um projeto (ativo) ao valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados descontados a uma taxa chamada de custo de capital, conforme mostrado na fórmula1:

Fórmula 1: Valor presente dos fluxos de caixa

$$VPFC = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Fonte: Damodaran (2009).

Onde: VPFC = valor presente dos fluxos de caixa

n = vida útil do ativo

CF_t = fluxo de caixa no período t

r = taxa de desconto que reflete todos os riscos dos fluxos de caixa esperados

Segundo Motta e Calôba (2002) o método do valor presente líquido descontado é a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para o instante presente ($t = 0$), a uma taxa de juros i.

Fórmula 2: Valor Presente Líquido

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^j} \quad (2)$$

Fonte: Motta e Calôba (2007)

Onde: VPL = Valor presente líquido

i = taxa de desconto

j = período genérico

FC_j = fluxo de caixa genérico

n = número de períodos

Para Motta e Calôba (2002), a taxa interna de retorno – TIR é o valor da taxa de desconto que anula o valor presente líquido obtido pela soma algébrica de todos os fluxos de caixa, ou seja, significa a taxa de retorno do investimento a ser realizado.

Fórmula 3: Taxa interna de retorno

$$\sum_{j=0}^n FC_j \times \frac{1}{(1+i)^j} = 0 \quad (3)$$

Fonte: Motta e Calôba (2007)

A análise da taxa de retorno deve ser realizada comparando-se o valor da TIR com o valor do custo de capital ou taxa mínima de atratividade. Se a TIR for maior que o custo de capital, então o investimento deve ser aceito do ponto de vista econômico-financeiro. Caso a TIR seja menor que o custo de oportunidade, do ponto de vista econômico-financeiro, o investimento deve ser rejeitado, pois houve prejuízo financeiro.

Importante ressaltar que a TIR sempre confirma o VPL e vice versa, ou seja, quando a TIR for maior que o custo de capital, o VPL é positivo (caixa positivo), e quando a TIR é menor que o custo de capital, o VPL é negativo.

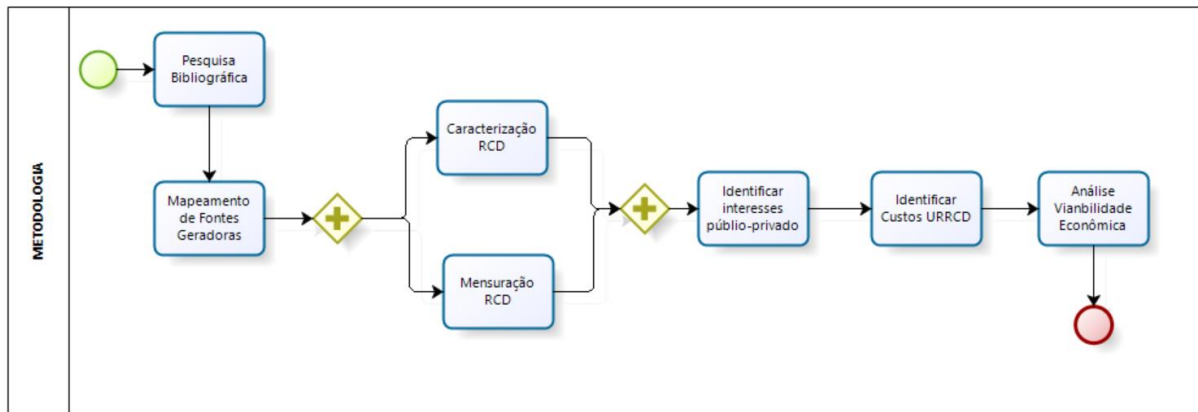
Para Ferreira (2005), o *payback* pode ser definido como o período de tempo necessário para a empresa recuperar seu investimento inicial em um projeto, a partir das entradas de caixa operacionais por ele geradas. Por este motivo o método do VPL é mais utilizado e contempla o valor do dinheiro no tempo.

Segundo Brigham e Houston (1999), o método do *payback* simples e o descontado apresentam a deficiência de ignorar os fluxos de caixa pagos ou recebidos após seu período de recuperação. Correspondem a uma espécie de cálculo de ponto de equilíbrio que é importante, mas não demonstram quanto de valor monetário o projeto proporcionou.

3 METODOLOGIA

O delineamento desta pesquisa é o processo pelo qual a pesquisa foi realizada em termos práticos, ou seja, como esta pesquisa está estruturada, qual tipo de pesquisa e quais métodos ou ferramentas foram usadas, conforme figura 15 a seguir:

Figura 15: Mapa metodológico



Fonte: o autor, 2022

A parte técnica da metodologia utilizou-se de uma classificação quanto a natureza, quanto a abordagem, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos (GIL, 1991).

Quanto a natureza, o presente trabalho é uma pesquisa aplicada que objetiva gerar conhecimentos para aplicação, no caso, gerar informação sobre convergência de interesses na implementação da Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil – URRCC.

Quanto a abordagem é uma pesquisa quali-quantitativa, pois visa conhecer características subjetivas e não quantificáveis como objetivos e interesses na URRCC e também visa conhecer as quantidades de resíduos gerados, que podem ser tratados com ferramentas estatísticas. Neste caso foi utilizado a metodologia Survey.

O método *Survey* consiste em um a forma de investigação quantitativa que visa coletar dados e gerar informações a partir de características e opiniões de grupos de indivíduos. O resultado encontrado pode ser extrapolado para todo o universo da pesquisa, desde que seja representativo.

Quanto aos seus objetivos é uma pesquisa descritiva, pois segundo Gil (1991), visa descrever as características de determinado fenômeno, como ocorre a gestão dos resíduos da construção civil.

Quanto aos procedimentos é uma pesquisa de levantamento, pois envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer.

A primeira etapa consiste em realizar uma pesquisa bibliográfica acerca da sustentabilidade, dos resíduos provenientes da construção civil e de seus impactos no meio ambiente, bem como da destinação final destes resíduos e da legislação pertinente. Buscou-se também os conceitos sobre economia circular, de gestão e de modelos de negócios circulares a fim de identificar um modelo de gestão dos resíduos da construção civil que pudesse ser aplicado dentro do contexto da economia circular.

A segunda etapa procurou-se mapear as principais fontes gerados de resíduos da construção civil e demolição RCD. Nesta etapa foram pesquisadas empresas do setor privado relacionados com a geração e transporte destes resíduos.

Na terceira etapa foram caracterizados e mensurados os resíduos RCD através de questionários pesquisados junto as empresas de caçambas, construtoras e sindicatos da categoria. Foram mensuradas as quantidades dos resíduos classe A que poderiam ser aproveitados em uma usina de reciclagem.

A quarta etapa contou com uma pesquisa junto a empresas, sindicatos e prefeitura visando verificar o interesse em participar do projeto de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição – URRCD.

Ainda na quarta etapa pesquisou-se o setor público a fim de obter informações a respeito do interesse em atuar em causa comum no sentido de mitigar os impactos ambientais causados pelos RCD. Foi realizado uma reunião com a secretaria do meio ambiente – SEPLAM – do município de Divinópolis e por intermédio de uma entrevista semiestruturada e de um questionário estruturado obteve informações a respeito de:

- Políticas e ações a serem desenvolvidas e/ou implantadas no município referente à gestão de resíduos da construção civil;
- Caracterização quali-quantitativa dos resíduos da construção civil gerados no município (pequenos e grandes geradores, empresas de caçambas, principais Construtoras).

Nesta etapa estão envolvidos a pesquisa tipo Survey, ou de Levantamento.

Na quinta etapa foi identificado os custos de investimentos e operacionais de uma URRCD de pequeno porte, assim como uma prospecção do mercado a fim de realizar a análise de viabilidade econômica da Usina.

A sexta e última etapa consistiu em analisar a viabilidade Econômica da URRCD através dos dados coletos. Utilizou-se como ferramenta de análise de dados e de cálculo da viabilidade econômica o programa da Microsoft Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica evidenciou a importância da URRCD no sentido de mitigar impactos ambientais causados pelo descarte inadequado dos resíduos da construção civil, além de promover a sustentabilidade nos aspectos ambientais, sociais e econômicos no município de Divinópolis.

A sustentabilidade ambiental é observada no percentual dos resíduos da construção e demolição que serão tratados na usina e deixarão de ser descartados em “botas fora” e também no aterro semicontrolado do município. Outro aspecto importante de cunho ambiental é a reciclagem dos RCD que, de certo modo, diminuem a extração predatória de areia e pedra utilizados no município.

A sustentabilidade social está relacionada com a empregabilidade e principalmente a doação de resíduos da construção civil classe B para a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Divinópolis – ASCADI.

A sustentabilidade econômica está associada à lucratividade ou fluxo de caixa livre disponibilizado pela usina conforme veremos mais adiante.

A pesquisa bibliográfica apontou também a metodologia do *Business Model Canvas* que deve ser aplicado na gestão integrada dos resíduos da construção civil de forma a contribuir com a parceria público-privada.

O modelo de plano de negócios *Business Model Canvas* consiste em uma poderosa ferramenta de gestão dividida em 9 aspectos que sintetizam a proposta de valor para o cliente:

1. Parcerias chaves
2. Atividades chaves
3. Recursos Chaves
4. Proposta de valor
5. Relações com clientes
6. Canais
7. Segmento de clientes
8. Estrutura de custos
9. Fontes de renda

Este modelo de negócio foi aplicado na elaboração de um cenário favorável para a implementação da usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com base nas entrevistas e questionários semiestruturados de forma que tanto setor privado quanto setor

público sejam atendidos em suas necessidades. A proposta de valor com foco no cliente serve para nortear os objetivos e interesses dos *stakeholders* envolvidos, conforme figura 16 a seguir:

Figura 16: Mapa *Business Model Canvas* URRCD



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

O mapa do *Business Model Canvas* foi construído com base nas respostas obtidas dos questionários e entrevista semiestruturada aplicados na prefeitura do município, nos setores SEPLAM (Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Políticas de Mobilidade Urbana) e no CODEMA (Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente).

Foram aplicados também os questionários e entrevistas semiestruturadas no sindicato patronal da construção civil no município (SINDUSCON), e em mais três empresas, sendo uma de terraplanagem e caçambas denominada de Empresa 1, e duas empresas de caçambas denominadas Caçamba 1 e Caçamba 2. A Empresa 1 (terraplanagem e caçamba) possui forte interesse para implantação da URRCD. As empresas foram estrategicamente escolhidas devido seu porte e afinidade com a pesquisa.

Este mapa proporciona sinergia de objetivos alinhados na proposta de valor para seus *stakeholders*.

As entrevistas e questionários aplicados tanto no setor privado quanto no setor público são mostradas na tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Relação de empresas visitadas

EMPRESAS	OBJETIVOS	COLETA DADOS
SINDUSCOM	Apurar interesse na URRCD – forma de participação	Entrevista semiestruturada
SEPLAM	Apurar interesse na URRCD – forma de participação	Entrevista semiestruturada
CODEMA	Identificar PMGIRS e gestão RCD	Entrevista semiestruturada
EMPRESA 1	Caracterizar e coletar dados RCD e Identificar interesse URRCD	Questionário
CAÇAMBA 1	Caracterizar e coletar dados RCD	Questionário
CAÇAMBA 2	Caracterizar e coletar dados RCD	Questionário

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A empresa 1 possui interesse econômico, ambiental e social na implementação da URRCD, o que caracteriza o tripé da sustentabilidade. As ações de cunho ambiental da empresa 1 coletadas em entrevista semiestruturada apontam para a mitigação dos impactos ambientais causados pelo descarte dos RCD e pela utilização de parte destes resíduos na reciclagem e reutilização de materiais classe A segundo resolução 307 do CONAMA. Estes materiais reaproveitados serão utilizados em obras de preenchimento, terraplanagem, contra piso entre outros.

As ações de caráter social envolvem a participação das pessoas excluídas no município de Divinópolis e dos catadores da seguinte forma: os excluídos por processos prisionais terão a oportunidade de trabalhar na usina de reciclagem fazendo o trabalho de triagem e atividades afins. Nesta triagem serão separados os materiais classe A, classe B e os rejeitos de acordo com a resolução 307/2002 do CONAMA. Os materiais classe A serão utilizados na usina para reciclagem e reutilização. Os materiais classe B serão doados para a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Divinópolis – ASCADI. Estes receberão metais, madeiras, plásticos entre outros materiais de interesse separados no processo de triagem.

As ações econômicas da empresa 1 possuem o objetivo de auferir lucro ao final do processo. Neste caso foi levantado a quantidade de resíduos coletados, os custos de aquisição, custos de instalação da usina e os custos operacionais da mesma para se determinar o resultado, o que ficou evidenciado na análise de viabilidade econômica.

Foi consultado o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, onde consta no item. 7.13 os Resíduos da Construção Civil. Verificou-se que não

consta nenhuma política específica para tratar adequadamente os resíduos da construção civil, salvo o PNRS e a resolução 307 do CONAMA.

4.1 Principais Equipamentos de uma URRCD

Com o objetivo de analisar a viabilidade econômica da URRCD, pesquisou-se sobre os equipamentos básicos necessários para se implementar uma usina de reciclagem de pequeno porte. Os principais equipamentos são compostos de:

- Britadores;
- Alimentadores;
- Esteira de Entulho;
- Peneiras e grelhas.

Os britadores são máquinas utilizadas para reduzir o tamanho dos RCD. Estes são responsáveis por gerar as diferentes granulometrias de brita, como por exemplo rachão, bica corrida, brita 0, e outros.

Os britadores podem ser de mandíbula (faz uso de mandíbulas para reduzir os RCD), britadores cônicos (utilizam-se da compressão para reduzir o RCD) e os britadores de impacto (usa de impacto para reduzir o RCD). A figura 17 mostra um britador.

Figura 17: Britador de Entulho



Os alimentadores são equipamentos utilizados na alimentação do RCD até os britadores. Existem diversos tipos e trabalham em conjunto com os britadores. A figura 18 mostra um alimentador:

Figura 18: Alimentador de Entulho



Fonte: Siqueira, 2018

A esteira de entulho possui a função de transportar o RCD para o alimentador ou para transportar o RCD do britador para o ponto de coleta ou empilhamento. A figura 19 mostra uma esteira:

Figura 19: Esteira de Entulho



Fonte: Biosphere World 2022

Existem muitos outros equipamentos que compõem uma URRCD a depender de seu porte, modelo de negócio e tipos de reciclados que produz. Alguns equipamentos:

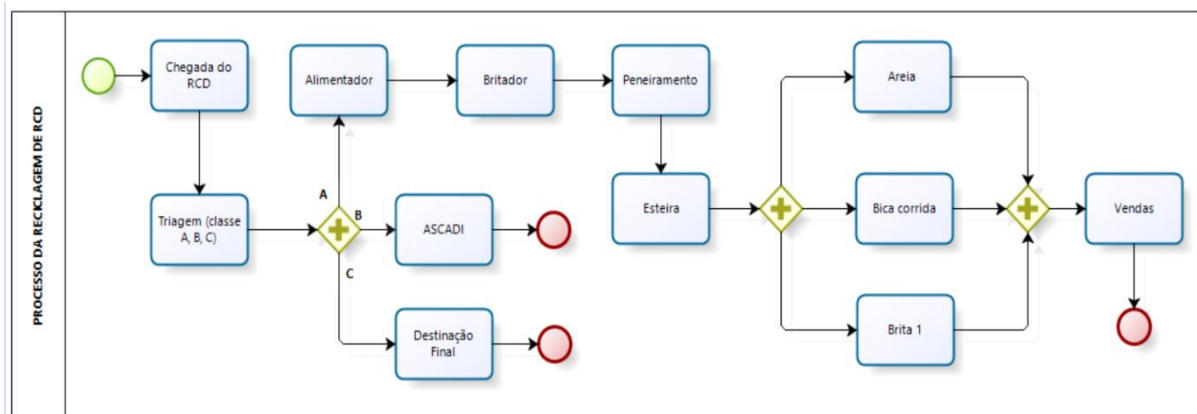
- Peneiras e grelhas: servem para separar a granulometria dos reciclados;
- Lavadores: possui a função de lavar o material reciclado eliminando argilas e partículas superfinas;
- Tesouras trituradoras: servem para reduzir o tamanho de concretos e afins;
- Caminhões, caçambas, retroescavadeira.

4.2 Processo de Reciclagem de RCD

O processo de reciclagem de resíduos da construção e demolição – RCD depende do tamanho e tipo da usina, assim como dos materiais que serão reciclados e dos produtos finais a serem disponibilizados.

Um fluxograma do processo de reciclagem de RCD que atende a pesquisa em questão é mostrada na figura 20 a seguir:

Figura 20: Fluxo de processo de reciclagem de RCD



Fonte: o autor, 2022

Os RCD são coletados na cidade mediante pontos de entrega voluntária ou ecopontos como são chamados. Cabe ressaltar que esta etapa necessita de um apoio do setor público criando políticas de incentivo para a entrega voluntária e regulamentação do descarte dos RCD nestes pontos.

Então os RCD são entregues na usina de reciclagem o qual passarão por um processo de triagem para segregar os resíduos de classe A, B e C. Os resíduos classe A segundo o CONAMA são direcionados para o alimentador que está ligado ao britador. Assim os RCD

serão triturados e reduzidos de acordo com a configuração do britador. Serão então enviados pela esteira até as peneiras e transportados até o empilhamento.

Os resíduos classe B serão direcionados para as associações de catadores de materiais reciclados do município. Os demais resíduos que são os rejeitos serão encaminhados para a devida destinação final.

Os produtos reciclados em uma usina são mostrados na tabela 3 a seguir:

Tabela 3: Tipo e utilização de agregados reciclados

PRODUTO	UTILIZAÇÃO
Rachão	Fabricação de muros de contenção e bases de pavimentos
Bica Corrida	Produção de pavimentação asfáltica, lajotas, blocos, lajes e acabamentos em geral
Brita 0	Fabricação de concreto com inúmeras aplicações
Brita 1	Fabricação de concreto que exija maior resistência, principalmente em formas pesadas
Brita 2	Também denominada pedra de lastro que pode ser utilizada em bases para linhas férreas
Brita 3	Produto destinado a obras de drenagem
Areia Reciclada	Assentamento de blocos, tubulações em geral, tanques, podendo entrar na composição de concretos e asfalto

Fonte: Oliveira, 2020

Os produtos provenientes da URRCD, chamados de agregados reciclados podem ser utilizados em uma gama de serviços de engenharia civil, além de contribuir com a sustentabilidade nos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Algumas dessas vantagens sustentáveis são:

- Redução de áreas em aterros (redução do volume);
- Redução na extração de recursos naturais;
- Redução na poluição;
- Redução no consumo de energia elétrica (na produção de materiais).

4.3 Caracterização e Mensuração do RCD no Município

Segundo a ABRELPE (2021), a região sudeste destaca-se na coleta de RCD com cerca de 52% do total no país, registrando 24,5 milhões de toneladas ano. A média gerada de RCD por habitante ao ano no Brasil é de 221,19 Kg. Na região sudeste esta média sobe para 275,21 Kg de RCD por habitante.

No município foram catalogadas cerca de 11 empresas de caçambas, com uma estimativa de 1.200 caçambas girando com capacidade de 4,5 m³ cada. A tabela 4 sintetiza o volume de RCD gerado no município.

Tabela 4: Caracterização do município

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE
População (2021)	242.505	Habitantes
Área Territorial	708.115	km ²
Densidade Demográfica	300,82	hab/Km ²
Caçambas (Entulho)	1.200	Unidades
Capacidade Caçamba	4	m ³
Empresas Caçambas	10	Unidades

Fonte: o autor, 2022

Ao analisar o PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do município, disponibilizado pela prefeitura, verificou-se que o mesmo se encontra desatualizado e que inexistem dados de geração de resíduos da construção e demolição – RCD.

Analisando os dados coletados nos questionários e entrevistas semiestruturadas, desenvolveu-se o seguinte cálculo:

$$NC = 1.200$$

$$NC = \text{Número Caçambas mês}$$

Segundo entrevista com proprietários de caçambas, em média 75% do total estão circulando na cidade, considerando um cenário mediano e sem lockdown. Como cada caçamba suporta cerca de 4 m³, o volume de RCD mensal gerado no município é de:

$$VRCD = 1.200 \times 4 \times 75\% \rightarrow VRCD = 3.600 \text{ m}^3 \text{ por mês}$$

Os RCD coletados passam por uma triagem, na qual são separados os RCD classe A, classe B e classe C e classe D. Os RCD classe B serão enviados para a Associação dos Catadores de Materiais Reciclados.

Os resíduos classe C e D serão enviados pra destinação final de forma correta. A caracterização e mensuração dos resíduos da construção civil, extraídos de questionários e

entrevistas semiestruturadas aplicados nas empresas forneceram dados para se calcular a quantidade de resíduos classe A que serão reciclados e reutilizados. De posse desses dados e adicionados os dados de custos de equipamentos e instalação da usina, calculou-se a viabilidade econômica da URCCC.

4.4 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA URRCD

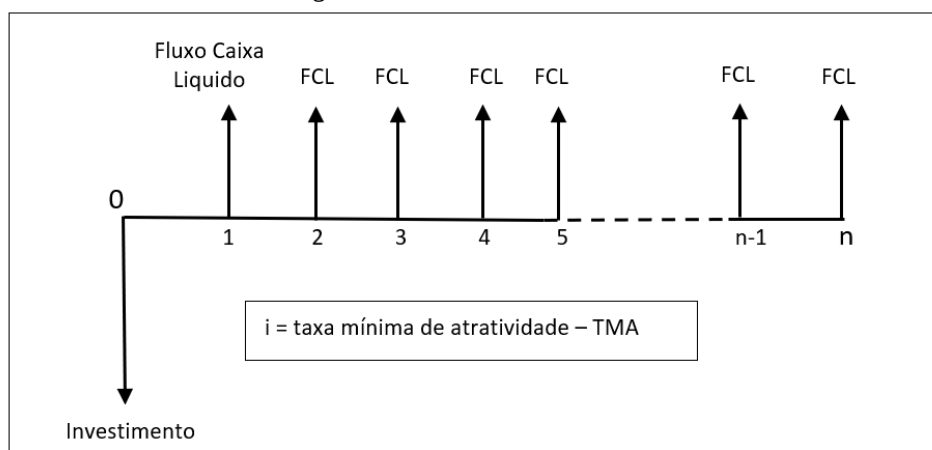
A análise de viabilidade econômico-financeira é de extrema importância para se construir uma URRCD, pois é através desta análise que se verificará se o investimento no negócio renderá frutos financeiros, ou seja, quanto sobrar de recursos financeiros (dinheiro) após quitar todos os custos incorridos no projeto.

Portanto a análise de viabilidade econômica consiste em somar todos os gastos do projeto, no caso os investimentos realizados e os custos operacionais mensais e comparar com as receitas incorridas das vendas. Se o volume financeiro das vendas for maior que o volume dos gastos totais, o projeto de investimento é lucrativo e deve ser aceito do ponto de vista econômico.

Outras variáveis neste cálculo devem ser inseridas, como a taxa mínima de atratividade, que geralmente corresponde na média ponderada do custo de capital e do retorno mínimo exigido pelo investidor.

Na prática, consiste em apurar todos os gastos com investimento da URRCD, os gastos operacionais mensais e apurar também as receitas provenientes das vendas. Isto tudo deve ser descontado a taxa mínima de atratividade, ou seja, estes fluxos de caixa deverão ser trazidos a valor presente por esta taxa. A figura 21 mostra estes fluxos de caixa:

Figura 21: Estrutura fluxo caixa da URRCD



Fonte: o autor, 2022

Portanto, para se calcular a viabilidade econômica da URRCD, precisa estimar os gastos e receitas. A tabela 5 apresenta os custos dos equipamentos essenciais da URRCD no município pesquisado.

Tabela 5: Custos com equipamentos URRCD

EQUIPAMENTOS	VALOR R\$
Peneiras Vibratórias	190.000
Britador	175.000
Mesa de triagem	90.000
Esteira Magnética	45.000
Esteira transportadora	210.000
TOTAL	710.000

Fonte: o autor, 2022

Os equipamentos relacionados foram levantados em parceria com a Empresa 1 que possui interesse em construir uma URRCD no município. Os orçamentos foram realizados em dois fornecedores. A capacidade de produção desta usina é de 22.000 toneladas de agregados reciclados ano, o que equivale a aproximadamente 15.620m³ de agregados reciclados (cálculo baseado na densidade de brita 1).

Os demais gastos de investimento na URRCD estão relacionados na tabela 6:

Tabela 6: Custos de investimento URRCD

I	VALOR R\$
Abertura Empresa	1.500
Obras Cíveis	52.000
Pá Carregadeira Case 621E 2018	485.000
Caminhão Basculante Mercedes-Benz Acros -2546 2016	344.518
Terreno	1.000.000
Móveis	20.000
Informática	5.200
Licenciamento	26.800
TOTAL	1.935.018

Fonte: o autor, 2022

Os valores descritos na tabela 6 descrevem obras civis que são relacionadas a guarita, sede administrativa e vestiário.

A pá carregadeira e o caminhão basculante são veículos usados e essenciais para a movimentação dos agregados reciclados no pátio e entrega para o cliente. Os móveis são da mobília da sede administrativa e da guarita. Informática refere-se ao computador do escritório.

O terreno foi estimado em torno de 4.500m², que segundo empresário da Empresa 1 atenderia os objetivos propostos.

A taxa de licenciamento foi consultada na tabela SEMAD (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) a licença ambiental concomitante – LAC.

Os gastos operacionais da URRCD são mostrados na tabela 7 a seguir:

Tabela 7: Custos operacionais da URRCD

DESCRIÇÃO	VALOR R\$
Remuneração	22.500
Energia elétrica	3.500
Despesas Administrativas	5.000
Custo de Manutenção	2.400
TOTAL	33.400

Fonte: o autor, 2022

Os custos operacionais remetem aos custos mensais de funcionamento da URRCD, ou seja, relaciona-se com o capital de giro necessário para que a usina opere. Como remuneração estimou-se de 1,5 salários mínimos para equipe e de 2 salários mínimos para o supervisor totalizando 5 funcionários.

O consumo de energia elétrica de R\$ 3.500,00 equivale a aproximadamente 4.217 KWh mês, com a tarifa de R\$ 0,83 o KWh atualmente.

As despesas administrativas remetem a material de escritório, água, limpeza, café da manhã e da tarde e demais gastos administrativos.

Os valores de investimentos já mencionados, juntamente com os valores de custos operacionais anuais da usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição estão relacionados na tabela 8 a seguir:

Tabela 8: Investimento e custo anual da URRCD

DESCRIÇÃO	VALOR R\$
Investimento Total	2.645.018
Custos Operacionais Anuais	400.800

Fonte: o autor, 2022

Os custos operacionais anuais totalizam R\$ 400.800,00 e os gastos com investimentos totalizam R\$ 2.645.018,00 que é o somatório dos gastos com equipamentos no valor de R\$ 710.000,00 mais os gastos com demais investimentos relacionados na tabela 6 no valor de R\$ 1.935.018,00.

A receita anual estimada na usina é de R\$ 1.005.303,00 Este valor foi obtido de acordo com a tabela 9 a seguir:

Tabela 9: Estimativa de receita anual da URRCD

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE
Produção anual	15.620	m^3
Preço do metro cúbico	80,45	R\$
% Vendas	80%	%
Agregado vendido	12.496	m^3
Receita estimada	1.005.303	R\$

Fonte: o autor, 2022

Estimou-se vender 80% da produção anual. O valor médio do agregado reciclado, mediante consulta ao mercado do município, foi de R\$ 80,45 o m^3 . Este valor é aproximadamente um terço do valor cobrado médio da brita 0 e brita 1 no mercado local (preço por m^3). A capacidade de produção anual da usina é de 15.620 m^3 , com vendas estimadas em 80% o que resulta 12.496 m^3 de agregados reciclados. O valor do m^3 foi estipulado em R\$ 80,45 o que resulta em uma receita anual de R\$ 1.005.303,00.

Para a análise de viabilidade econômica adotou-se o método do valor presente líquido – VPL, a taxa interna de retorno – TIR, e calculou-se também o período de retorno do investimento, chamado de *payback*.

Para estes cálculos utilizou-se uma TMA (taxa mínima de atratividade) de 16,88% conforme tabela 10 a seguir:

Tabela 10: Estimativa da taxa mínima de atratividade

DESCRIÇÃO	VALOR
Taxa Selic atual	13,75%
Retorno exigido	20%
Média simples	16,88%

Fonte: o autor, 2022

Com os dados de receita anual, gastos anuais, valor do investimento, calculou-se o valor presente líquido do projeto, considerando um horizonte de 18 anos e uma taxa de crescimento de 1,5% anual. O fluxo de caixa anual para os 18 anos de projeção está na tabela 11 a seguir:

Tabela 11: Projeção fluxo de caixa líquido

RECEITA LÍQUIDA	VALOR R\$
FCL0	-2.645.018,00
FCL 1	604.503,00
FCL 2	613.570,55
FCL 3	622.774,10
FCL 4	632.115,71
FCL 5	641.597,45
FCL 6	651.221,41
FCL 7	660.989,73
FCL 8	670.904,58
FCL 9	680.968,15
FCL 10	691.182,67
FCL 11	701.550,41
FCL 12	712.073,67
FCL 13	722.754,77
FCL 14	733.596,09
FCL 15	744.600,03
FCL 16	755.769,03
FCL 17	767.105,57
FCL 18	778.612,15

Fonte: o autor, 2022

O fluxo de caixa líquido é obtido subtraindo-se da receita anual estimada, que foi de R\$ 1.005.303,00 o valor dos gastos anuais, que foram estimados em R\$ 400.800,00. Mediante este cálculo apurou-se o valor de R\$ 604.503,00 que é o fluxo de caixa líquido anual. Obteve-se uma projeção para 18 anos com taxa de crescimento de 1,5% ao ano.

O cálculo do VPL (valor presente líquido) e da TIR (taxa interna de retorno) estão presentes na tabela 12 extraída do Microsoft Excel, conforme abaixo:

Tabela 12: Cálculo VPL e da TIR

ANOS	FLUXO CAIXA PRESENTE	INVESTIMENTO	-2.645.018,00
FCL0	-2.645.018,00	CUSTO DE CAPITAL	16,88%
FCL 1	517.199,69	VPL	975.326,73
FCL 2	449.142,44	TIR	23,7%
FCL 3	390.040,71		
FCL 4	338.716,05		
FCL 5	294.145,10		
FCL 6	255.439,15		
FCL 7	221.826,43		
FCL 8	192.636,75		
FCL 9	167.288,07		
FCL 10	145.274,98		
FCL 11	126.158,54		
FCL 12	109.557,60		
FCL 13	95.141,14		
FCL 14	82.621,71		
FCL 15	71.749,69		
FCL 16	62.308,29		
FCL 17	54.109,27		
FCL 18	46.989,14		

Fonte: o autor, 2022

O valor presente líquido da URRCD proposta nesta pesquisa foi de R\$ 975.326,73 ou seja, após 18 anos, a usina depois de arcar com todos os custos, sejam eles operacionais e os investimentos, gerará um caixa líquido no valor do VPL. Isto demonstra a viabilidade da usina pesquisada, do ponto de vista financeiro. Observa-se porém que o retorno é baixo quando comparado com outros tipos de investimentos, pois, o faturamento esperado é de R\$ 1.005.303,00 anual, e após 18 anos, o que irá sobrar para o investidor é R\$ 975.326,73.

Portanto o investidor precisará investir R\$ 2.645.018,00 para resgatar ao final de 18 anos, o valor de R\$ 975.326,73. Observa-se que é viável do ponto de vista matemático, porém o retorno é muito baixo.

A taxa interna de retorno foi de 23,71%, ou seja, superior à taxa de custo de capital ou taxa mínima de atratividade que foi de 16,88%.

O período em que o capital investido será recuperado, denominado de *payback*, considerando a taxa mínima de atratividade de 16,88%, consiste em descontar os fluxos de

caixa líquidos gerados pela TMA e fazer, ano a ano, a subtração do investimento. O momento em que este capital investido será recuperado é denominado de *payback descontado*.

A tabela 13 a seguir mostra este cálculo:

Tabela 13: Cálculo do *payback descontado*

ANOS	VALOR R\$	FLUXO CAIXA PRESENTE	CÁLCULO DO PAYBACK
FCL0	-2.645.018,00	-2.645.018,00	-2.645.018,00
FCL 1	604.503,00	517.199,69	-2.127.818,31
FCL 2	613.570,55	449.142,44	-1.678.675,87
FCL 3	622.774,10	390.040,71	-1.288.635,16
FCL 4	632.115,71	338.716,05	-949.919,11
FCL 5	641.597,45	294.145,10	-655.774,01
FCL 6	651.221,41	255.439,15	-400.334,86
FCL 7	660.989,73	221.826,43	-178.508,43
FCL 8	670.904,58	192.636,75	14.128,31
FCL 9	680.968,15	167.288,07	181.416,38
FCL 10	691.182,67	145.274,98	326.691,36
FCL 11	701.550,41	126.158,54	452.849,90
FCL 12	712.073,67	109.557,60	562.407,49
FCL 13	722.754,77	95.141,14	657.548,63
FCL 14	733.596,09	82.621,71	740.170,34
FCL 15	744.600,03	71.749,69	811.920,02
FCL 16	755.769,03	62.308,29	874.228,32
FCL 17	767.105,57	54.109,27	928.337,59
FCL 18	778.612,15	46.989,14	975.326,73

Fonte: o autor, 2022

De acordo com a tabela mencionada acima, o momento de recuperação do capital foi entre os anos 7 e 8. Usando a regra de 3 chega-se que o *payback* foi de 7,93 anos, o que equivale a pouco mais de 7 anos e 11 meses.

A análise de viabilidade econômica demonstrou que a usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição é viável do ponto de vista econômico e/ou matemático, mas que o retorno é muito baixo quando comparado com outros investimentos. O tempo de recuperação do capital também é alto, de acordo com as premissas descritas acima.

5 CONCLUSÕES

O município pesquisado possui um plano de gerenciado integrado de resíduos sólidos desatualizado e praticamente sem informações a respeito dos resíduos da construção

civil. A falta de informação em relação aos RCD foi observada junto aos departamentos pesquisados e nas entrevistas realizadas, como no SEPLAM (Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Políticas de Mobilidade Urbana) e no CODEMA (Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente).

O setor público, segundo entrevista realizada, possui interesse em participar do processo da instalação da usina de reciclagem, porém mostrou-se ineficiente quanto às ações realizadas neste sentido.

O sindicato da categoria também possui interesse em participar do processo da usina de reciclagem e em adquirir parte dos agregados reciclados. Uma sugestão de nova pesquisa seria analisar os reais interesses do setor público, sindicato e verificar quais ações realmente poderiam efetivar visando a criação da usina de reciclagem. Uma pesquisa neste sentido poderia abordar a ferramenta de gestão do BSC – *Balanced Scorecard* como metodologia para alinhar os objetivos estratégicos e operacionais da parceria público-privada.

A usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição apresentou-se viável do ponto de vista econômico e/ou matemático com um valor presente líquido de R\$ 975.326,73 com uma taxa interna de retorno de 23,71%. O tempo de recuperação do capital investido é de aproximadamente 7,93 anos. Estes cálculos foram embasados nos custos levantados de investimento e de gastos operacionais junto a Empresa 1 e principalmente na taxa mínima de atratividade, que foi uma média da taxa Selic atual e um retorno exigido de 20% a.a por parte do investidor.

Apesar da viabilidade matemática do projeto, observa-se que necessitará de 18 anos para atingir um valor presente líquido de R\$ 975.326,73, ou seja, após 18 anos o investidor obterá livre um valor inferior ao seu faturamento anual, ou seja, após 18 faturamentos anuais fica com 1 faturamento.

Outro aspecto desfavorável quanto a viabilidade financeira do projeto é o tempo de retorno do capital esperado, cerca de 8 anos. Investidores que visam retornos no curto prazo não se interessarão pelo projeto.

Uma alternativa que poderia contornar este impasse seria uma ajuda do setor público quando na aquisição do terreno, seja doação, arrendamento com valor atrativo, até mesmo porque o município terá retornos ambientais, sociais e financeiros com este projeto.

Outro aspecto de sua viabilidade reside no fato de que a viabilidade acima auferida está baseada na venda de 85% do volume de reciclado agregado, ou seja, a usina deve vender grande quantidade de sua produção.

A parceria do setor público torna-se evidente na viabilidade da usina, desde o incentivo à população quanto às empresas de caçambas no descarte dos ecopontos, quanto na conscientização de todos envolvidos, construtoras, empresas afins e sociedade.

Outro aspecto importante remete ao consumo por parte da prefeitura de reciclados agregados, pois segundo dados coletados na pesquisa, o volume de obras da prefeitura que demandam produtos reciclados é grande.

A pesquisa mostrou que existe viabilidade econômica na implantação da usina e que a participação dos órgãos públicos é de suma importância.

REFERÊNCIAS

- ABADIA, L.G. **Modelos de negócios alinhados aos princípios de economia circular e sustentabilidade: um estudo de múltiplos casos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- ABDALLA, F. A.; SAMPAIO, A. C. F. Os novos princípios e conceitos inovadores da economia circular. **Revista Entorno Geográfico**, n.15, 82 a 102, fevereiro a junho 2018.
- ALBUQUERQUE, T. L.M. **Análise de custos e externalidades no contexto da economia circular**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2018.
- ALMEIDA, A. V. C. **Diagnóstico da reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos de construção civil pelas cooperativas de reciclagem no município de Belém-PA**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, PR. 2019.
- AMORAS, R.R.; MILHOMEM, P. M.; SILVA, J. M. Uma revisão sistemática da bibliografia sobre gestão de resíduos na indústria da construção civil utilizando o enfoque meta-analítico. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**. 2017
- AMORIM, A. S. **Análise crítica da viabilidade econômica e ambiental do processo de reciclagem de resíduos de construção civil no âmbito de um município**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências da Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2021
- BARROS, M. V. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: um panorama de análise a partir da Resolução 307 do CONAMA. **Revista de Gestão Industrial**. Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 139-153, out/dez. 2017.
- BARBOZA, L. L.; BERTASSINI, A. C.; GEROLAMO, M.C.; OMETTO, A. R. Valores organizacionais como suporte para a economia circular e a sustentabilidade. **Revista de Administração de Empresas**, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, SP. V. 62, n. 5, p. 1-21, 2022.
- BASTOS, Susana Sousa. **CTRLGTR: controle municipal dos processos administrativos da gestão de resíduos da construção civil em Salvador – BA**. 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Gestão Social) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2016.
- BENEDICTO, S. C.; SILVA FILHO, C. F.; GEORGES, M. R. R.; FERRARI, V. E. Sustentabilidade: um fenômeno multifacetário que requer um diálogo interdisciplinar. **Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares**. 1 | e205168 | 2020.

BERTASSINI, A.C. **Captura de valor em uma economia circular: guia para identificação de oportunidades de valor circular**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

BEZERRA, D.A.; MONTEIRO, A.A.; SILVA, K.T.; BEZERRA, J.P.; LEITE, J.M.B. Resíduos na construção civil: um estudo de caso na cidade de Fortaleza, Ceará. **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**. 2020.

BRIGHAM, Eugene F.; HOUSTON, Joel F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

BRIGHAM, Eugene F.; EHRHARDT, Michael C. **Administração financeira: teoria e prática**. São Paulo: Thomson Learning, 2007

CORREA, C. M. S.; MUNIZ, R. M.; MOREIRA, C. M. **Implantação de modelos de gestão: Estudo de caso sobre o desempenho da gestão socioambiental de uma empresa pública**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

CRIVELARO, A. L. R.; MOREIRA, M. A. C.; SILVA, J. A. F. Gestão de resíduos sólidos e compostagem orgânica: estudo de caso para escolha de tecnologia de processo em Macaé, Brasil. **Campo dos Goytacazes/RJ**. V.12, n.1, p. 89-110, jan./jun. 2018

FERREIRA, José Antônio Stark. **Finanças corporativas: conceitos e aplicações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

FEREIRA, B. A. **Resíduos sólidos de construção civil: análise, desafios e perspectivas em Montes Claros/MG**. 2019. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional), Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade do Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2019.

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

FRASSON, S.A. **Caracterização de usinas de reciclagem de entulho como agentes na gestão circular dos resíduos da construção civil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Sustentabilidade) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

HARRISON, J.S. **Administração estratégica de recursos e relacionamentos**. Porto Alegre, Bookman, 2005.

HAUBRICK, S. C. O. P.; GONÇALVEZ, J. R. M. R. Medidas de redução de geração de resíduos sólidos na construção civil como atendimento dos requisitos de sustentabilidade do PBQP-H/SIAC. **Revista Augustus**. Rio de Janeiro, v.25, n. 50, p. 12-32, mar/jun. 2020.

HOJI, Masakazu. **Administração financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

IRITANI, D.G. **Modelo de gestão orientado a economia circular e a melhoria de desempenho ambiental do ciclo de vida de produtos**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia

de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

JONES, Gareth R. **Teoria das organizações**. 6 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

JONES, Gareth R.; GEORGE, Jennifer M. **Administração contemporânea**. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

KAPLAN R.; NORTON, D. **Alinhamento**: utilizando o *Balanced Scorecard* para criar sinergias corporativas. Rio de Janeiro, Elsevier, 2006.

KUHN, D. C.; CAMPOS, R. F. F.; SANTIAGO, M. R.; OLIVEIRA, T. M. BRANDÃO, D. L. Análise quantitativa da geração de resíduos sólidos da construção civil: estudo de caso no município de Itapiranga – SC. **Ignis**, Caçador, v. 10, n.1, p. 21-34, jan/abr. 2021.

MAIA, M. C. R. **Proposta de modelo de gestão consorciada de resíduos da construção civil (RCC) na unidade de gerenciamento do rio São João-MG**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2019.

MEIRELES, J. R.; RASSI, K. C. A.; NUNES, W. C. **Revisão da literatura sobre Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil em parâmetro mundial**. Pontífica Universidade Católica de Goiás, 2022.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safari de estratégia**: um roteiro pela selva do planejamento. Porto Alegre, Bookman, 2000. P.

MORAES, Andréa Moura. **Análise da normatização, gestão e destinação dos resíduos da construção civil – estudo de caso de três empresas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais) – Universidade La Salle, Canoas – RS, 2018.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos**: tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2002

OLIVEIRA, T. B.; JUNIOR, A. C. G. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Revista Eng. Sant. Ambient.** Jan – mar 2016.

OLIVEIRA, L.J.C.; SOARES, M. C. B.; QUARESMA, W. M. G.; ADORNO, A.L. C. Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.5, p. 24447-24462, may 2020.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; FRASSON, S. A.; CONTI, D. M. Economia circular estudo de casos múltiplos em usinas de reciclagem no manejo de resíduos da construção civil. **Desenvolvimento em Questão**. Unijuí-RS, ano 17, n. 49, out/dez 2019.

PERES, Guilherme Abraham. Administração pública com ênfase em mecânica quântica. **Brazilian Journal of Development**. Instituto Federal Catarinense. Curitiba, v.6, n.11, p. 86797-86807, nov.2020.

PIAZZA, V. R. **Economia circular aplicada à desmontagem de veículos em fim de vida**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Metalurgia Extrativa) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2019.

PICCHIAI, D.; SENIGALIA, F. Gestão de Resíduos Sólidos Integrada às Responsabilidades das Micro e Pequenas Empresas e do Poder Público Municipal. **Desenvolvimento em Questão**. Unijuí-RS, ano 17, n. 49, out/dez 2019

SILVA, C. L.; FUGII, G. M.; SANTOYO, A.H.; BASSI, N. S.; VASCONCELOS, M. C. Gestão de resíduos sólidos urbanos em capitais brasileiras: alternativas para um modelo de gestão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais – RBCiamb**. Set. 2014 ISSN Eletrônico 2176-9478.

TAVARES, A. S. BORSCHIVER, S. Proposta de novos modelos de negócio no contexto da economia circular. **International Symposium Technological Innovation**. Aracaju, SE. V. 10, n.1, p. 0001-0010, set. 2019

TIOSSI, F. M.; SIMON, A. T.; TERNERO, E. M. Sustentabilidade e economia circular: um estudo sistemático da literatura na última década. **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. Dezembro, 2017. ISSN: 2359-1048.

TIOSSI, F. M.; SIMON, A. T. Economia Circular: suas contribuições para o desenvolvimento da Sustentabilidade. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.7, n.2, p. 11912-11927, fev. 2021.

APÊNDICE A – Questionário Acadêmico aplicado às empresas de caçambas no município de Divinópolis-MG

Prezado (a) Senhor(a),

Meu nome é Wellington Luiz Teixeira Troglio, estou realizando uma pesquisa acadêmica do Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologias Ambientais do IFMG, o qual o objetivo de conhecer as características, o volume e a quantidade de resíduos da construção civil que são manipulados mensalmente no município de Divinópolis-MG.

As respostas são confidenciais e visam apenas auxiliar na pesquisa de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.

Sua participação e fidelidade são de suma importância para a qualidade da pesquisa.

Agradeço por sua colaboração!!!

CABECALHO:

Nome da Empresa: _____

Responsável pelas informações: _____

Data: _____ **Cargo:** _____

QUESTIONÁRIO:

Quantas caçambas a empresa possui?

Qual tempo médio (dias) das caçambas nas ruas por pedido?

Qual volume das caçambas em m³?

Quantas caçambas em média são utilizadas no mês?

Onde é feita a disposição dos RCC?

Têm interesse em participar de um projeto de tratamento destes resíduos?

ANEXO: PRODUTO TÉCNICO



CURSO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



FICHA TÉCNICA

©2022. MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA AMBIENTAL (MPSTA) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)

Não há direitos reservados. A reprodução está autorizada, no todo ou em parte, desde que a obra original seja devidamente referenciada.

INFORMAÇÕES E CONTATOS

IFMG/BAMBUÍ. Faz. Varginha
Rodovia Bambuí/Medeiros - km 05.
Caixa Postal 05 - Bambuí - MG
CEP: 38900-000 www.bambui.ifmg.edu.br

AUTOR: Wellington Luiz Teixeira Troglio

ORIENTADOR: Carlos Fernando Lemos

DIAGRAMAÇÃO: Wellington Luiz Teixeira Troglio

REITOR IFMG: Kleber Gonçalves Glória

PRÓ-REITOR DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO:
Gabriel de Castro Jacques

DIRETOR GERAL IFMG - CAMPUS BAMBUÍ: Rafael Bastos Teixeira

COORDENADOR MPSTA/IFMG - CAMPUS BAMBUÍ: Gustavo Augusto Lacorte



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO

1 – INTRODUÇÃO

Este produto técnico é fruto do resultado da dissertação de mestrado cujo tema foi análise de viabilidade econômico-financeira de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Divinópolis-MG.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) têm-se constituído em grande passivo ambiental devido ao aumento da população mundial e do modo consumista no qual vive nossa sociedade que incentiva o consumo e descarte dos resíduos.

Para a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2020), os resíduos da construção civil (RCC) aumentaram em 34,8% de 2010 a 2019, chegando a um total de 44,5 milhões de toneladas ao ano em território nacional. Estes resíduos constituem um problema para os municípios, pois a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, delegou este gerenciamento aos municípios.

Uma alternativa a este modelo econômico predatório é a Economia Circular (EC) cujo conceito emerge no espectro das ciências ambientais e do desenvolvimento sustentável. É vista como uma alternativa sustentável pelo uso mais consciente dos recursos naturais e reuso e reciclagem de materiais objetivando mitigar os impactos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável para toda a cadeia produtiva.

A aplicação de um modelo de gestão eficiente sob a ótica da EC aponta para a proximidade no relacionamento com clientes, governo, sociedade, meio ambiente de forma a construir um cenário favorável aos interesses comuns destes agentes e promover o desenvolvimento sustentável nos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Visando atuar no tripé da sustentabilidade (aspectos ambientais, sociais e financeiros) objetivou-se criar este curso de análise de viabilidade de econômica na implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil de forma a contribuir com o município no que tange à destinação dos resíduos da construção, seja na orientação, na motivação e capacitação dos empresários em analisar a viabilidade econômica de uma usina de reciclagem.

2 – OBJETIVOS DO CURSO

Este curso possui o objetivo de capacitar os participantes na análise de viabilidade econômica e financeira na implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil.

Para alcançar este objetivo serão necessários abordar os seguintes tópicos:

- Introdução a Sustentabilidade;
- Relevância do segmento da construção civil;
- Aspectos chaves de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil;
- Principais conceitos e fórmulas de cálculo da matemática financeira;
- Principais métodos de análise da viabilidade financeira (VPL, TIR, CAE, FCD, Payback Descontado);
- Ferramentas de cálculo como planilhas eletrônicas no Excel;
- Formas de captação de recursos financeiros para a usina;
- Relacionamento com o setor público e busca de parcerias.

3 – CARACTERÍSTICAS DO CURSO

Este curso apresenta as seguintes características:

1. **Duração:** 32 horas. Ocorrerá em 4 sábados, de 8:00 as 12:00 hs, e de 13:00 as 17:00hs.
2. **Local:** O curso está previsto para acontecer no GEEC Divinópolis, cuja sala de aula e recursos audiovisuais serão alugados.
3. **Valor:** o curso tem um valor a título de energia de troca de R\$ 125,00 mais 2kg de alimento não perecível a fim de doar para grupos carentes a definir na data de realização do curso.
4. **Público-alvo:** empresários do setor, seja de caçambas, terraplanagem, construtoras, funcionários do setor público (prefeitura) envolvidos com a causa, gerentes de conta nas instituições financeiras com interesse em promover financiamento para este projeto, e demais interessados na causa.

5. **Recursos Didáticos:** quadro branco, recursos audiovisuais (projektor e caixa de som), planilhas eletrônicas no Excel.
6. **Metodologia:** o curso será ministrado em forma de aulas expositivas, debate, estudo de caso de uma usina de reciclagem de resíduo funcionando, atividades de fixação referente aos cálculos de matemática financeira e indicadores de viabilidade.

4. APRESENTAÇÃO DOS DIFERENCIAIS DO CURSO

Este curso apresenta-se com alguns diferenciais, tanto na questão pedagógica e didática, quanto na parte técnica e sustentável.

Em relação a questão didático-pedagógica, será lecionado por professor experiente com mais de 20 anos de prática em lecionar. Será utilizado as seguintes abordagens:

- **Behaviorismo:** em relação às aulas expositivas, modelo tradicional comportamentalista, treino por repetição;
- **Cognitivista Construtivista:** será estimulado aos participantes construir um mapeamento de uma usina com os conhecimentos que já possuem, para a partir daí, construir os objetivos propostos;

Em relação a questão técnica, será abordado uma revisão de matemática financeira, gestão de fluxo de caixa e principais indicadores de viabilidade econômico-financeira como VPL (valor presente líquido), TIR (taxa interna de retorno), Payback descontado, CAE (custo anual equivalente) e FCD (fluxo de caixa diferencial). Estes indicadores de viabilidade mencionados serão construídos no Excel.

Em relação a sustentabilidade, cujo tema é foco central do curso, será abordado durante o curso e na arrecadação de alimentos não perecíveis para doação para grupos carentes.

5 – JUSTIFICATIVA

O curso justifica-se devido o setor de construção civil ser um dos que mais poluem no município e também um dos que mais degradam o meio ambiente através da extração de seus recursos, seja areia, pedras, etc.

Aliado a isso o descarte destes resíduos, na sua maioria “bota fora” e também em terrenos vazios constituem um grande passivo ambiental para o município.

Com o objetivo de instruir, capacitar e fomentar a criação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil no município, este curso contribui para com toda a sociedade local, o meio ambiente e gera recursos financeiros, não muito, mas gera, atingindo seu foco principal que são os três principais pilares da sustentabilidade (ambiental, social e financeiro).

6 – APRESENTAÇÃO RESUMIDA DO CURSO (SLIDES)

Segue um resumo do que será abordado no curso através destes slides:

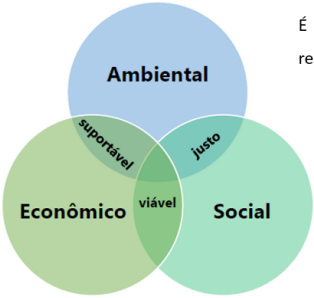
SUMÁRIO

1. Introdução a Sustentabilidade
2. Relevância do Segmento da Construção Civil
3. Aspectos Chaves da Usina de Reciclagem de RCC
4. Aspecto Fundamental da Matemática Financeira
5. Principais Métodos da Viabilidade Econômica




INTRODUÇÃO A SUSTENTABILIDADE

O modo de consumo capitalista em que a imensa maioria dos seres humanos vivem demonstra ser, indubitavelmente, uma forma insustentável (TIOSSI *et al.*, 2017). A economia de mercado centrado nos valores econômicos e na visão cartesiana, tem gerado sérios desequilíbrios globais, como nos aspectos sociais, ambientais e também econômicos se observados os quesitos de distribuição de renda.



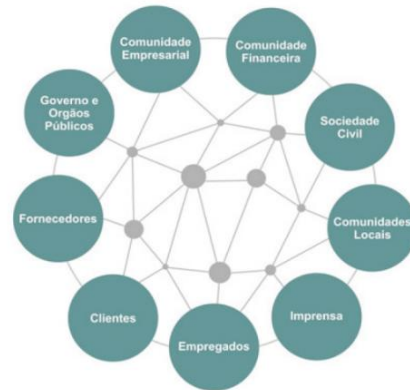
É imprescindível o uso mais racional dos recursos naturais e uma gestão de resíduos mais eficaz.

Dilema do desenvolvimento sustentável X Crescimento Econômico. Ao se restringir as regulamentações ambientais o crescimento econômico é atenuado, e ao incentivar o crescimento econômico, deve-se fazê-lo observando a degradação ambiental a fim de evitar poluição dos rios, solo, ar, entre outros.



INTRODUÇÃO A SUSTENTABILIDADE

A grande maioria dos estudos sobre sustentabilidade a tratam de forma cartesiana, ou seja, de forma disciplinar e separada. A sustentabilidade é multifacetária necessitando de uma visão holística onde necessariamente haja participação de diversas áreas do conhecimento para uma compreensão ampla e abrangente. Portanto somente com uma abordagem interdisciplinar é possível compreender de forma mais ampla a relação do ser humano com a sociedade e o meio ambiente (Benedicto *et al* 2020).



INTRODUÇÃO A SUSTENTABILIDADE



Dessa forma o molde e estrutura dos modelos de gestão ganham mais campo e significado, tanto a nível ambiental como em nível social, visando uma administração mais alinhada aos princípios sustentáveis e não apenas materiais, uma vez que a matéria é questão de ponto de vista.

A sustentabilidade deve ser observada como uma necessidade, uma oportunidade de se fazer negócios cujo objetivo central ultrapassa os aspectos econômicos, contemplando os aspectos ambientais, sociais,



RELEVÂNCIA DO SEGMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil está em constante expansão e sua importância para o desenvolvimento econômico é notória, porém é um segmento industrial que causa inúmeros impactos ambientais por causa da quantidade de resíduos gerados, de seu descarte e do tempo que permanecem na natureza causando problemas ambientais (Haubrick e Gonçalves, 2020).

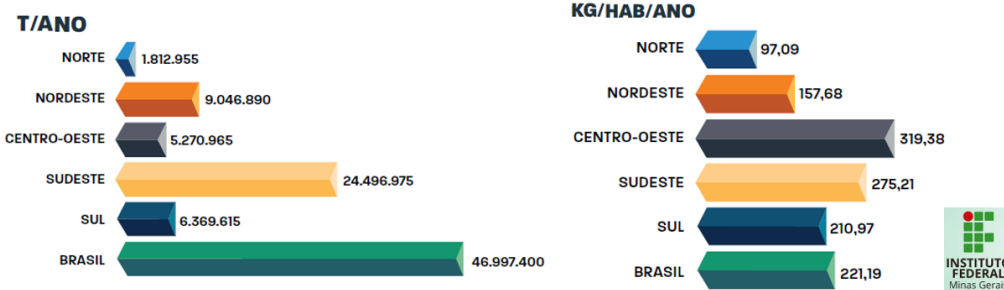
Segundo Moraes (2018), as principais causas decorrentes da disposição inadequada dos RCD que afetam o meio ambiente e a saúde pública são:

- Obstrução de sistemas de drenagem;
- Assoreamento de córregos e rios;
- Degradação da paisagem urbana;
- Riscos geotécnicos;
- Proliferação de agentes transmissores de doenças e animais peçonhentos.

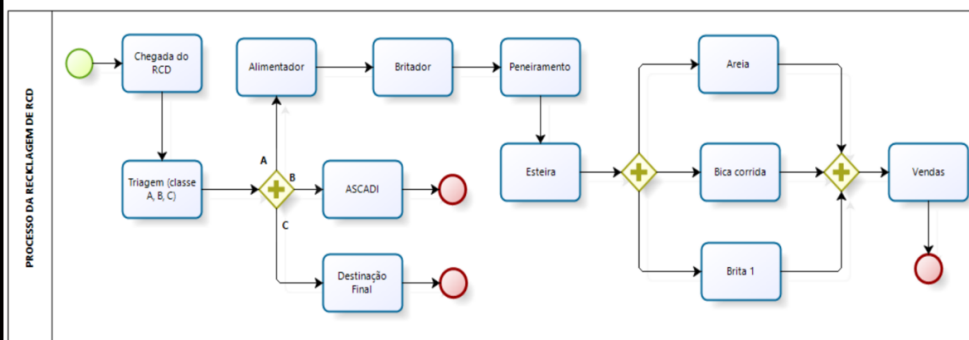


RELEVÂNCIA DO SEGMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com a ABRELPE (2021), houve um crescimento de 5,5% no ano de 2020 em relação às toneladas de RCD, passando para 221,2 Kg/ano por habitante no Brasil. A região sudeste é a mais gera resíduos da construção e demolição chegando a 52% do total no país, chegando a 24,5 milhões de toneladas coletadas por ano.



ASPECTOS CHAVES DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC



- Equipamentos;
- Gestão;
- Parceria público-privada.

ASPECTOS CHAVES DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC

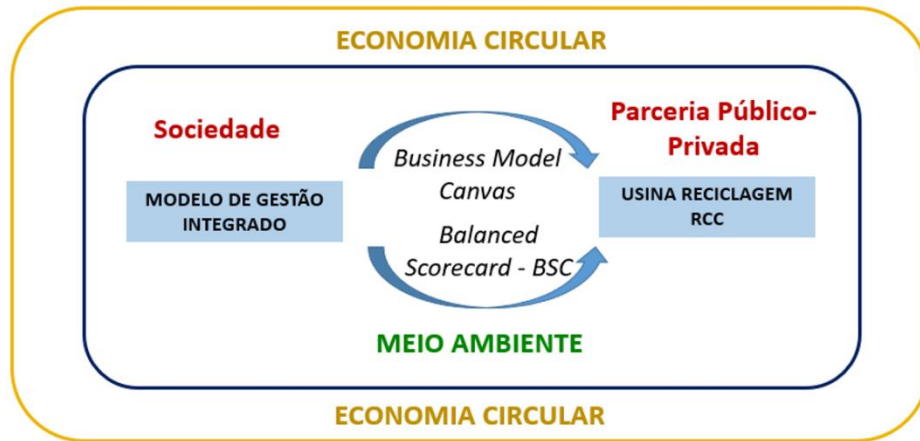
PARCERIAS CHAVES	ATIVIDADES CHAVES	OFERTA DE VALOR	RELACIONAMENTO	SEGMENTOS DE CLIENTES
* PREFEITURA DE DIVINÓPOLIS * SINDUSCOM * ASSOCIAÇÃO CATADORES - ASCADI * CONSTRUTORAS * EMPRESAS DE CAÇAMBAS	* COLETA DE RCD * TRIAGEM DOS RCD * BRITAGEM RCD * VENDAS MATERIAL RECICLADO	* SUSTENTABILIDADE * EMPREGABILIDADE * MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS * DESTINAÇÃO CORRETA RCD * VALORAÇÃO AMBIENTAL	* REDES SOCIAIS * WEB – PÁGINA INTERNET * PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA	* PREFEITURA * SINDUSCOM DIVINÓPOLIS * CONSTRUTORAS * POPULAÇÃO
RECURSOS CHAVES		CANAIS		
* TERRENO DA USINA * EQUIPAMENTOS * CANTEIRO DE OBRA * INFRAESTRUTURA * PROFISSIONAIS QUALIFICADOS		* REDES SOCIAIS * SITE * BOCA A BOCA * IMPRENSA * INDICAÇÃO DE PARES E PARCEIROS		
ESTRUTURA DE CUSTOS		FONTES DE RECEITA		
* AQUISIÇÃO DE TERRENO * EQUIPAMENTOS * ENERGIA ELÉTRICA * SALÁRIOS		* VENDAS DOS AGREGADOS RECICLADOS COMO RACHÃO, PEDRISCO RECICLADO, AREIA RECICLADA		

ASPECTOS CHAVES DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC

Ferramenta de extrema importância utilizada no alinhamento estratégico com indicadores de desempenho é o *Balance Scorecard* – BSC. Segundo Kaplan e Norton (2006), o BSC constitui-se em uma poderosa ferramenta que alinha as estratégias da organização ao nível operacional numa relação de causa e efeito de forma a mensurar indicadores financeiros e não financeiros que impactam na rentabilidade e sustentabilidade do negócio a longo prazo.

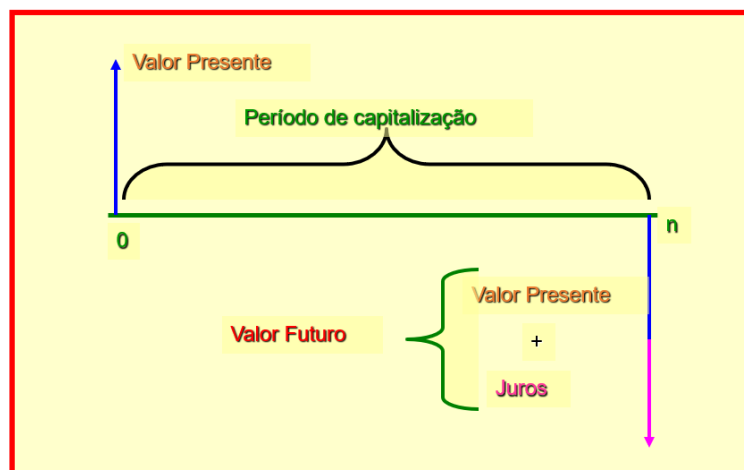


ASPECTOS CHAVES DA USINA DE RECICLAGEM DE RCC



ASPECTO FUNDAMENTAL DA MATEMÁTICA FINANCEIRA

Movimentação do capital no tempo. O mesmo capital possui valores diferentes para tempo diferentes



ASPECTO FUNDAMENTAL DA MATEMÁTICA FINANCEIRA

Devido a grande maioria das aplicações envolvendo Finanças estar baseada no sistema de juros compostos, utiliza-se de calculadora HP-12C, Excel ou outros aplicativos. Neste caso não é válido a regra de 3.

$$VF = VP(1+i)^n$$

$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n}$$

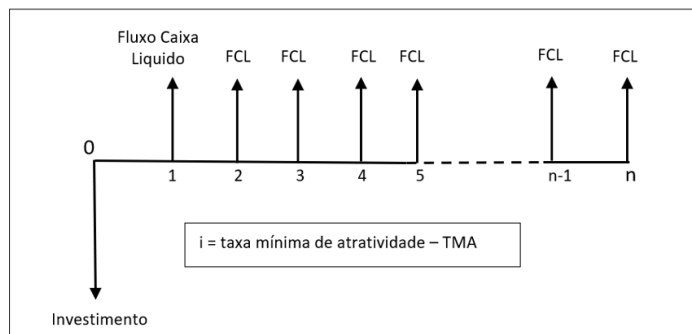
$$i = \sqrt[n]{\frac{VF}{VP}} - 1 = \left(\frac{VF}{VP}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$n = \frac{\log\left(\frac{VF}{VP}\right)}{\log(1+i)}$$



PRINCIPAIS MÉTODOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA

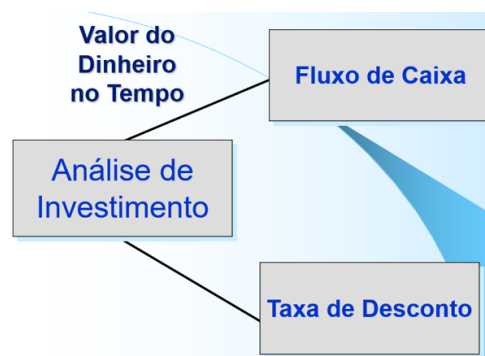
A análise de viabilidade econômica consiste em estruturar entradas e saídas de caixa em um projeto de forma a compreender se o retorno financeiro foi positivo, ou seja, no decorrer do tempo, as entradas superaram as saídas de caixa, levando em consideração, a inflação e o retorno exigido pelos acionistas ou proprietários do projeto.



PRINCIPAIS MÉTODOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Aplicação de Capital ou Investimento é o fato de se empregar recursos visando obter benefícios futuros.

- Abertura de uma nova fábrica
- Lançamento de um novo produto
- Compra de novos equipamentos
- Abertura de uma filial
- Projetos de redução de custos
- Aquisição de uma empresa



PRINCIPAIS MÉTODOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Maximizar valor ou riqueza



FCL = Fluxo de Caixa Livre

CMPC = Custo Médio Ponderado de Capital



PRINCIPAIS MÉTODOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Valor Presente Líquido

Soma todos os Fluxos de Caixa na data zero



$$VLP = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

O VPL considera o valor do dinheiro no tempo, cujos fluxos operacionais de caixa são trazidos a valor presente através da operação de desconto a uma taxa que representa o custo de capital ou custo de oportunidade dos investidores no projeto (Ferreira 2005).

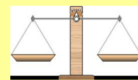


PRINCIPAIS MÉTODOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Para Motta e Calôba (2002), a taxa interna de retorno – TIR é o valor da taxa de desconto que anula o valor presente líquido obtido pela soma algébrica de todos os fluxos de caixa, ou seja, significa a taxa de retorno do investimento a ser realizado.

Taxa Interna de Retorno

Valor da taxa de juros que torna nulo o VPL



7 – CONCLUSÃO

O curso de análise de viabilidade econômico-financeira de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Divinópolis contribui com a sustentabilidade nos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Os aspectos ambientais do curso referem-se ao fomento da implantação da usina de reciclagem, os aspectos sociais estão relacionados com a capacitação oferecida aos participantes e os aspectos econômicos referem-se ao retorno do investimento para os empresários e interessados em investir neste projeto.