



UNIVERSIDADE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
Área de Concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente

CAROLINE DAIANE RADÜNS

BIM APLICADO A OBRAS DE INFRAESTRUTURA (BiiM): MINI E
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Passo Fundo

2013

CAROLINE DAIANE RADÜNS

BIM APLICADO A OBRAS DE INFRAESTRUTURA (BiiM): MINI E
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Orientador: Zacarias Martin Chamberlain Pravia, Prof. Dr.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente.

Passo Fundo

2013

CAROLINE DAIANE RADÜNS

BIM APLICADO A OBRAS DE INFRAESTRUTURA (BiiM): MINI E
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente.

Data de aprovação: Passo Fundo, 18 de dezembro de 2013.

Zacarias Martin Chamberlain Pravia, Dr.

Orientador

Sergio Scheer, Dr.

Universidade Federal de Paraná - UFPR

Luciana Brandli Londero, Dra.

Universidade de Passo Fundo - UPF

Moacir Kripka, Dr.

Universidade de Passo Fundo – UPF

Dedico este trabalho a meus pais, Lenir e Paulo

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

A meus pais, Paulo e Lenir, meu infinito agradecimento. Li, em algum momento sobre ser a melhor no que se faz. Meus pais sempre acreditaram na minha capacidade e que eu era a melhor de todas, mesmo não sendo. Isso só me deu energia e me fez confiar, não em ser a melhor, mas a fazer o melhor de mim. Obrigada por tudo!

Ao professor Zacarias, pela paciência na orientação, incentivo e pelas inúmeras conversas no Skype, Facebook, mensagens, etc., as quais tornaram possível a conclusão desta dissertação.

Agradeço aos meus colegas do mestrado em Engenharia/UPF.

Agradeço também a todos os professores que me acompanharam durante esse período

Agradeço, de forma especial, ao Vitor Hugo, pela disponibilidade oferecida para conduzir as atividades na Divisão Quattro Engenharia.

Agradeço à Creluz pelas informações concedidas, em especial à Patricia e ao Valtair.

E, por fim, a todos aqueles que não mencionei, mas que colaboraram para esta pesquisa.

“O que ouço, esqueço,
o que vejo, lembro,
o que faço, aprendo...”

RESUMO

A infraestrutura é um conjunto de sistemas essenciais para dar suporte à sociedade, já que promove qualidade de vida, trabalho e lazer, resultando em desenvolvimento econômico e social. Na atualidade, existe um déficit na infraestrutura, o qual deve ser suprido com maiores investimentos no setor, e também com a aplicação de novas técnicas para o controle e a interação entre as etapas do ciclo de vida desse tipo de unidade de construção. A infraestrutura é classificada em sistemas, dos quais um é sistema energético. Este está dividido em setores: de geração, de transmissão, de distribuição e consumo final de energia. No Brasil a maior parte da energia gerada vem das usinas hidrelétricas, por isso é importante que se dê atenção aos projetos do sistema de infraestrutura energético dessa área, aqui chamados de construções horizontais. É também uma das áreas com maior previsão de investimento. As técnicas atuais para desenvolvimento desses projetos oferecem limitações, pois falta padronização dos sistemas na construção, e a não interação entre os projetistas torna as informações fragmentadas, e gera projetos e documentações que conduzem a erros e retrabalhos, além de portas abertas para o desvio de verbas, pois grande parte dos recursos provém de investimentos governamentais. Projetos nesse setor demandam empresas especializadas e a utilização de processos que garantam qualidade ao projeto e certeza de atendimento à demanda a ser suprida, com agilidade, redução de custos, facilidade de manutenção e ainda, a transparência das ações dos setores públicos. Para suprir essa demanda, um dos processos que pode ser aplicado é o BIM (*Building Information Modeling*). O BIM é um processo integrado que facilita a troca de informações entre os envolvidos em um projeto durante todo o seu ciclo de vida. O objetivo desta pesquisa é propor a aplicação do BIM em projetos de infraestrutura, com foco no sistema energético – setor de geração de energia elétrica. Para isso, foi realizado um estudo do BIM e das características do ciclo de vida de usinas hidrelétricas, e formulada uma modelagem de implantação do BIM em sistemas de infraestrutura, dando forma ao *Building Infrastructure Information Modeling* (BiiM). Aplicou-se o BiiM no sistema energético – setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas, dessa forma mostrando os passos da modelagem e o que resulta dessa aplicação.

Palavras-chave: Gerenciamento, processo, construção horizontal, usina hidrelétrica, BIM.

ABSTRACT

Infrastructure is a set of essential systems to support the company as it promotes quality of life, work and leisure, resulting in economic and social development. At present, there is a deficit in infrastructure, which should be supplied with larger investments in the sector, and also the application of new techniques for controlling the interaction between the stages of the life cycle of this type of unit construction. The infrastructure is ranked systems, one of which is energy system. This is divided into sectors: generation, transmission, distribution and final consumption of energy. In Brazil most of the energy generated comes from hydroelectric plants, so it is important to give attention to projects in energy infrastructure system in this area, here called horizontal constructions. It is also one of the areas with higher investment forecast. Current techniques for development of these projects offer limitations, as lack of standardization systems in the building, and no interaction between designers information becomes fragmented, and generates projects and documentation leading to errors and rework, and open doors for embezzlement because much of the funding comes from government investments. Projects in this sector require specialized companies and using processes that ensure quality and certainty of the project and the demand to be supplied with agility, cost reduction, ease of maintenance and also the transparency of the actions of the public sector. To meet this demand, one of the processes that can be applied is the BIM (Building Information Modeling). BIM is an integrated process that facilitates the exchange of information among those involved in a project throughout its lifecycle. The objective of this research is to propose the application of BIM in infrastructure projects, focusing on the energy system - sector power generation. For this, a study of BIM and the characteristics of the life cycle of hydropower plants was performed, and formulated a model of implementation of BIM on infrastructure systems, forming Infrastructure Building Information Modeling (Biim). We applied the Biim the energy system - sector power generation in mini and small hydropower, thus showing the steps of modeling and resulting from that application.

Keywords: Management, process, infrastructure building, hydroelectric power plant, BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem da Terra vista do espaço.....	23
Figura 2: Variação do PIB e do consumo de energia mundial entre os anos de 1998 e 2007..	24
Figura 3: Consumo de energia elétrica nas regiões do Brasil no ano de 2007	25
Figura 4: Consumo de energia elétrica por segmento no Brasil no ano de 2007	25
Figura 5: Sistema energético	26
Figura 6: Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível - anos 1973 e 2007	27
Figura 7: Principais potenciais hidrelétricos tecnicamente aproveitáveis no mundo.....	27
Figura 8: Complexo de geração de energia elétrica em usina hidrelétrica.....	28
Figura 9: Investimento mundial em energias renováveis	29
Figura 10: Definição de BIM.	33
Figura 11: Utilização do BIM em obras de infraestrutura.....	46
Figura 12: Benefícios da utilização do BIM em obras de infraestrutura.....	46
Figura 13: Questionamento preliminar à construção do ciclo de vida do empreendimento	50
Figura 14: Etapas do trabalho e a sua composição no tempo.....	54
Figura 15: Ciclo de vida das unidades de construção de infraestrutura e dimensões do BIM .	56
Figura 16: Etapa de projeto do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM.....	57
Figura 17: Etapa de execução do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM	58
Figura 18: Etapa de operação/manutenção do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM	59
Figura 19: Etapa de desativação do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM	60
Figura 20: Respostas aos questionamentos preliminares à construção do ciclo de vida do empreendimento	61
Figura 21: Modelagem BiiM	81
Figura 22: Plano BiiM	84
Figura 23: BiiM aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas	88
Figura 24: BiiM aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas	89

- Figura 25: BiiM aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas90
- Figura 26: BiiM aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas91
- Figura 27: BiiM aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas92
- Figura 28: BiiM aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sistemas de infraestrutura.....	20
Quadro 2: Sistemas de infraestrutura.....	21
Quadro 3: Classificação das centrais hidrelétricas	28
Quadro 4: Problemas da representação 2D.....	32
Quadro 5: Documentos sobre BIM.....	39
Quadro 6: Relação das usinas hidrelétricas da Creluz.....	49
Quadro 7: Quadro/questionário para coleta de informações do ciclo de vida.....	52
Quadro 8: Ciclo de vida de unidade de construção do sistema de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas	63
Quadro 9: Guias para implantação do BIM.....	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Considerações Iniciais	14
1.2 Problema da Pesquisa	15
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo Geral	18
1.4.2 Objetivos Específicos	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Infraestrutura	19
2.2 Infraestrutura e Crescimento Econômico	22
2.3 Sistema de Infraestrutura Energético.....	23
2.3.1 Sistema de Infraestrutura Energético e a Energia Elétrica	26
2.3.2 Setor de Geração de Energia Elétrica.....	27
2.4 Ciclo de Vida de Unidade de Construção de Infraestrutura	30
2.5 Desenvolvimento de Projetos	30
2.6 BIM – <i>Building Information Modeling</i>	33
2.6.1 Interoperabilidade.....	37
2.6.2 BIM e Normas	38
2.6.2.1 BIM nos Estados Unidos	42
2.6.2.2 BIM na Finlândia.....	43
2.6.2.3 BIM na Inglaterra	43
2.6.3 BIM no Brasil	44
2.6.4 BIM e Projetos de Infraestrutura	45
3 METODOLOGIA.....	47
3.1 Classificação da Pesquisa	47
3.2 Método de Investigação.....	47
3.3 Etapas da Pesquisa.....	48
4 RESULTADOS	55
4.1 Definição do Ciclo de Vida de um Sistema de Infraestrutura	55
4.1.1 Ciclo de Vida de Unidades de Construção do Sistema de Infraestrutura Energético – Setor de Geração de Energia em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas.....	61

4.1.2 Considerações Finais sobre o Levantamento do Ciclo de Vida de Unidades de Construção de Infraestrutura Energético – Setor de Geração de Energia em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas	76
4.2 Guias para Implantação do BIM.....	77
4.2.1 <i>National Guidelines for Digital Modeling</i>	77
4.2.2 <i>General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology and Case Studies</i>	78
4.2.3 <i>The Contractor’s Guide to BIM</i>	79
4.2.4 <i>National Building Information Modeling Standard (NBIMS)</i>	79
4.2.5 <i>BIM Project Execution Planning Guide</i>	80
4.2.6 Considerações Finais sobre os Guias para Implantação do BIM	80
4.3 <i>Building Infrastructure Information Modeling - BiiM</i>	81
4.3.1 O Plano BiiM.....	82
4.3.2 A Construção do Plano BiiM	83
4.3.3 Considerações Finais sobre o BiiM.....	85
4.4 BiiM e Unidades de Construção do Sistema de Infraestrutura Energético Brasileiro - Setor de Geração de Energia Elétrica em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas.....	85
4.3.1 Considerações Finais sobre a Aplicação do BiiM em Unidades de Construção do Sistema de Infraestrutura Energético - Setor de Geração de Energia Elétrica em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas	94
6 CONCLUSÃO.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
APÊNDICE A – Segurança e Sustentabilidade em Sistemas de Infraestrutura.....	101

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Cidades com um sistema de infraestrutura eficiente, ou seja, abastecidas por serviços como rede de esgoto, água, energia e telefonia oferecem melhorias à qualidade de vida da população, tanto no aspecto econômico quanto no social. Entretanto, as vantagens que a infraestrutura traz podem ser ofuscadas caso os recursos destinados a essa área não tenham embasamento técnico. Podem ocorrer projetos superfaturados, utilização de materiais de má qualidade e ainda a implantação de sistemas sub ou super dimensionados para a demanda.

Sabe-se que o sistema de infraestrutura energético mundial está baseado em energias não renováveis, e isso gera insegurança à população quanto ao abastecimento, tendo em vista as limitações das reservas. No contexto mundial, no ano de 2006, 40,3% da energia elétrica gerada tiveram como fonte o carvão; 6,6% o petróleo; 20,1% o gás natural e 14,8% a energia nuclear. Nesse contexto, visualiza-se que mais de 80% da energia elétrica gerada provêm de fontes não renováveis, o que serve de alerta, pois o esgotamento das reservas é real. No Brasil, os dados referentes às energias primárias utilizadas para a geração de energia elétrica se diferem do contexto mundial, tendo em vista o potencial hidráulico do país, tanto assim que em 2008, 75,68% do potencial total instalado de geração de energia elétrica constituiu-se de usinas hidrelétricas (ANEEL, 2008).

Além da vantagem de ser renovável, a energia elétrica gerada através da energia hidráulica tem um custo de geração menor comparada às energias não renováveis. Segundo a ANEEL (2008), no Brasil o mega-watt-hora (MWh) de energia elétrica gerada com carvão custa R\$491,61; o MWh gerado com óleo combustível custa R\$330,11; o MWh gerado em hidrelétricas custa R\$118,40 e em usinas hidrelétricas de pequeno porte, as denominadas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), o MWh gerado custa R\$116,55. No Brasil, as centrais hidrelétricas são divididas de acordo com sua capacidade de geração. São consideradas mini e pequenas centrais hidrelétricas as que geram até trinta mega watt (30MW), acima disso, as usinas são consideradas hidrelétricas (ANEEL, 2003).

Como visto, no Brasil é real a quantidade de sistemas de infraestrutura de energia elétrica baseados em geração hidráulica, e os investimentos nessa área são constantes. Nesse sentido, processos que venham a auxiliar o controle do ciclo de vida dessas unidades de construção são fundamentais, visando garantir a continuidade do abastecimento de energia,

com um preço acessível e melhor controle por parte dos gestores desses sistemas. Para a ABNT ISO 12006:2 (2010), o ciclo de vida completo de uma unidade de construção (aqui tratada como uma edificação ou obra de infraestrutura) é um conjunto de etapas, com início no projeto, passando pela execução, pela manutenção e finalizando na demolição.

Na atualidade, um processo denominado *Building Information Modeling* (BIM) está sendo aplicado no controle do ciclo de vida de edificações verticais, incluindo aquelas em que algumas características se repetem, por exemplo, um pavimento tipo de um edifício. Esse tipo de unidade de construção tem por característica a implantação através de recursos privados, vindo de construtoras, incorporadoras, consórcios de empresas, investidores. Nas unidades de construção de infraestrutura, aqui tratadas como edificações horizontais, a aplicação do BIM ainda não é vista frequentemente. Esse tipo de obra se caracteriza por uma maior complexidade, e os investimentos, na sua maioria, provêm do poder público, ou da união de recursos públicos e privados, através de Parcerias Público-Privadas (PPP) (IBC, 2011).

O BIM é utilizado para facilitação de troca de informações entre os envolvidos nos ciclos da construção, seja na etapa de projeto, execução, manutenção ou demolição, e ainda dá suporte aos envolvidos para a tomada de decisão. Isso é possível porque todas as informações são padronizadas (IBC, 2011), e essa padronização envolve o conceito de sistema de classificação. Genericamente, Bailey (1994) define classificação como a ordenação de sistemas ou materiais em grupos ou classes com base na sua semelhança.

No Brasil, a aplicação do BIM no ciclo de vida dos sistemas de infraestrutura ainda não é frequente. Nas poucas experiências existentes, a aplicação acontece somente em algumas das etapas do ciclo. Portanto, é uma ampla linha de atuação a ser desenvolvida e aplicada, a qual ajudará no controle e na interação das etapas do ciclo de vida.

1.2 Problema da Pesquisa

No Brasil, os sistemas de geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas constituem mais de 75% do gerado (ANEEL, 2008), e isso significa que os investimentos nesse setor são constantes e representam boa parte daquilo que é designado para o sistema de infraestrutura energético. Esses investimentos partem do poder público, já que no Brasil não é comum o setor privado investir nesse segmento. O que se tem são apenas Parcerias Público-Privadas (PPP).

Como o poder público é o principal investidor nessa área, é fundamental que se tenha equipes técnicas com conhecimento, visando à redução de erros na etapa de projeto, execução, operação e manutenção, pois um projeto mal especificado pode acabar não cumprindo seus objetivos, e uma grande quantidade de tempo e recursos financeiros podem ser perdidos (IWG, 2010). Comumente os erros que ocorrem se devem em grande parte à técnica empregada na geração dos projetos e à falta de atenção no ciclo de vida das unidades de construção. Segundo Ferreira (2007), os projetos, na sua maioria, ainda utilizam técnicas 2D (2 dimensões), ou no máximo 3D (3 dimensões), e essas técnicas oferecem limitações, pois não utilizam a padronização dos sistemas na construção e na interação entre os envolvidos, o que torna as informações, os projetos e as documentações fragmentados.

Com a falta da padronização o gestor enfrenta dificuldades para obter dados que realmente descrevam aquela unidade de construção, seja na questão orçamentária, de cronograma, população que irá ser atendida, restrições existentes para a implantação, impactos gerados durante a etapa de execução e operação, as necessidades para a manutenção e os limitantes para uma posterior desativação.

Além das limitações técnicas que podem prejudicar o desenvolvimento de um projeto, ainda deve-se ressaltar a questão dos recursos financeiros, pois a maior parte dos investimentos realizados em infraestrutura, seja no sistema energético, seja em outros sistemas, é proveniente de verbas públicas. Com a ausência de um processo de controle e dada a complexidade desse tipo de sistema, esses investimentos podem ficar vulneráveis à má conduta dos gestores e administradores, e, ainda, a erros inerentes ao tipo de técnica utilizada nos projetos, execução, operação, manutenção e descarte.

Dessa forma, chega-se à questão: É possível adequar o processo BIM a unidades de construção de infraestrutura, com enfoque no sistema de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas, e, com isso, garantir uma visão global e controle do ciclo de vida dessas unidades de construção?

A hipótese é de que feita a adequação do BIM para as unidades de construção de infraestrutura, com enfoque no sistema de geração de energia elétrica, em mini e pequenas centrais hidrelétricas, seja possível a aplicação desse processo para o controle do ciclo de vida destes, tendo em vista o êxito da utilização do BIM em unidades de construção de outras características.

1.3 Justificativa

Devido ao grande número de usuários dos sistemas de infraestrutura, os países estão constantemente buscando formas de melhorar os seus serviços. Uma das maneiras de qualificar essa prestação de serviço é o controle do ciclo de vida dos sistemas. Porém as técnicas de controle utilizadas estão defasadas, e podem induzem a erros já na etapa de projeto, estendendo-se para as etapas de execução, operação, manutenção e desativação (FERREIRA, 2007).

Para a redução do número de falhas nas unidades de construção de infraestrutura, as partes interessadas (a população, as indústrias, o comércio e o poder público) devem participar do processo de decisão, assegurando transparência e justificativa adequada das propostas. Dessa forma, os resultados dos investimentos serão positivos, pois uma infraestrutura eficiente e moderna é condição para a saúde econômica dos países, melhorando a produtividade e proporcionando nações fortes (IWG, 2010). Para alcançar o patamar do sucesso nos projetos de infraestrutura, é necessária a utilização de um processo que realiza a integração de informações do ciclo de vida. No sistema energético, isso não é diferente.

É importante que se dê atenção aos projetos do sistema de infraestrutura energético baseados em energias renováveis, tendo em vista as grandes previsões de investimento em âmbito mundial (KPMG, 2012). Isso demandará empresas especializadas e a utilização de processos que garantam o controle do ciclo de vida dessas unidades de construção, com redução de custos e de tempo, menor impacto ambiental, maior número de usuários atendidos, e, ainda, transparência na aplicação dos recursos públicos.

O BIM vem ao encontro dessa necessidade, tendo em vista a integração que o processo propõe, o que facilita a troca de informações entre os envolvidos durante todo o ciclo de vida da unidade de construção. Todas as informações são digitais e padronizadas através de um sistema de classificação, o que facilita a utilização por todos os integrantes do processo.

Com a aplicação do BIM no sistema de infraestrutura energético, setor de geração de energia elétrica, a unidade de construção pode valer-se de uma vasta quantidade de informações e dados. Com isso, o investimento ganha justificativa técnica e agilidade, reduz retrabalhos e custos. Esses pontos se refletem em um melhor atendimento à população, maior transparência e aplicação de forma correta dos recursos financeiros.

A aplicação do BIM em unidades de construção do sistema energético, setor de geração de energia, assegura as bases teóricas necessárias para a aplicação desse processo em

outros sistemas da infraestrutura, pois, uma vez levantado o ciclo de vida e a forma de aplicação do BIM nesse tipo de unidade de construção, ele pode ser disseminado em outros sistemas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Verificar a possibilidade de aplicação do BIM em unidades de construção do sistema de infraestrutura energético, setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas, baseados nos guias existentes.

1.4.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

- a) Estudar a aplicação do BIM no contexto atual;
- b) Definir o ciclo de vida das unidades de construção do sistema de infraestrutura energético - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas;
- c) Pesquisar guias existentes para implantação do BIM no controle do ciclo de vida de unidades de construção;
- d) Propor uma modelagem para implantação do BIM nas unidades de construção do sistema de infraestrutura, gerando o *Building Infrastructure Information Modeling – BiiM*;
- e) Aplicar o BiiM no ciclo de vida de unidades do construção do sistema de infraestrutura energético, setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas (PCH).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Infraestrutura

Hudson, Haas e Uddin (1997), referem-se à infraestrutura como sendo todas as instalações que oferecem serviços públicos essenciais, como o transporte, água, energia, telecomunicações, destinação dos resíduos, habitação e áreas para lazer e esportes. Esses autores também destacam que a infraestrutura fornece sistemas físicos para a prestação de outros serviços ao público, por meio de ações econômicas e sociais. Esse tipo de sistema pode ser fornecido tanto por órgãos públicos quanto por empresas privadas.

Infraestrutura também é definida como um termo que inclui as principais redes que dão estrutura para as atividades econômicas e sociais da população, incluindo transporte, água, saneamento, energia, informação e tecnologias de comunicação (AICD, 2009).

A infraestrutura é categorizada por Hudson, Haas e Uddin (1997), em sete setores, de acordo com suas funções e segmento de prestação de serviço. O Quadro 1 apresenta esta classificação.

Quadro 1: Sistemas de infraestrutura

Setor	Segmento/função
Transporte	Transporte terrestre
	Transporte aéreo
	Transporte aquático e portos
	Terminais de passageiros
	Transporte coletivo
Água e águas residuais	Abastecimento de água
	Estrutura para a distribuição de água
	Abastecimento de áreas agrícolas
	Sistema de coleta e tratamento de esgoto
Manejo dos resíduos	Resíduos sólidos
	Resíduos perigosos
	Resíduos nucleares
Produção e distribuição de energia	Geração de energia elétrica
	Transmissão e distribuição de energia elétrica
	Produção e distribuição de gás
	Extração e distribuição de óleos
	Usinas nucleares
Edifícios	Edifícios de uso geral – comércio e moradia
	Edifícios públicos – escolas, hospitais, postos policiais
	Complexos multiuso – Centro de convenções, igrejas
	Complexos esportivos
	Teatros e cinemas
	Hospedagem
Instalações para recreação	Parques
	Lagos
	Parques temáticos
Comunicação	Redes fixas de telecomunicações
	Televisão
	Sistema de comunicação via satélite

Fonte: Adaptado de Hudson, Haas e Uddin (1997)

Outra forma de setORIZAR os sistemas que compõem a infraestrutura é apresentada no Quadro 2 (AICD, 2011).

Quadro 2: Sistemas de infraestrutura

Sistemas	Subsistemas
Transporte	Rodoviário: inclui a administração dos assuntos relativos ao funcionamento, à utilização, à construção e à manutenção de sistemas de transporte rodoviário e instalações (estradas, pontes, túneis, estacionamentos, terminais de ônibus, etc.). Inclui rodovias, vias urbanas e rurais, ruas, ciclovias e calçadas
	Ferroviário: inclui a administração de assuntos e serviços sobre a operação, uso, construção ou manutenção de sistemas de transporte ferroviário e instalações (terminais, túneis, pontes, aterros, cortes etc.)
	Marítimo: inclui a administração de assuntos e serviços relativos à exploração, à construção, à utilização e à manutenção de interiores, costeiros instalações (portos, docas, ajudas à navegação e equipamentos, canais, pontes, túneis, diques, cais, terminais etc.)
	Aéreo: inclui a administração de assuntos e serviços relativos à exploração, ao uso, à construção e à manutenção de sistemas de transporte aéreo e instalações (aeroportos, pistas, terminais, hangares, ajudas à navegação e equipamentos, instalações de controladores etc.). Também inclui equipamentos de ajuda à navegação; serviços de socorro de emergência; frete e serviços de passageiros, e a regulação e controle de voos particulares
Energia	Abrange ambas as fontes tradicionais de energia, como fontes termais ou energia hidrelétrica, e ainda a eólica e a solar. A administração dos assuntos de energia elétrica e serviços; a construção, desenvolvimento e exploração racionalizada do fornecimento de eletricidade, e da supervisão e regulação da geração, transmissão, distribuição de energia
Água	Inclui a administração dos assuntos de abastecimento de água, a avaliação das necessidades futuras e da determinação dos recursos disponíveis para atender a essas necessidades, incluindo o tratamento da água, preço e controle de qualidade
Saneamento	Inclui a administração, supervisão, fiscalização, operação e suporte de sistemas de esgotos e tratamento de águas residuais
Informação e Comunicação	Inclui a administração de assuntos e serviços relativos à construção, à ampliação, a melhorias, à operação e à manutenção de sistemas de comunicação (correio, telefone, sistemas sem fio e sistemas de comunicação via satélite)

Fonte: Adaptado de AICD (2011)

Neste trabalho, infraestrutura é considerada como todos aqueles sistemas que sustentam a qualidade de vida dos seres humanos.

2.2 Infraestrutura e Crescimento Econômico

A infraestrutura representa grande parte dos investimentos realizados pelo poder público, variando de um terço à metade do valor total investido pelos países, o que equivale, em média, de três a seis por cento do PIB dos países. Desde meados da década de 1980, foi evidenciada a crescente preocupação com a infraestrutura e o seu impacto sobre o desenvolvimento econômico. Esse tema gerou estudos, na sua maioria, realizados em países desenvolvidos, cujos resultados mostram a relação proporcional entre o capital investido em infraestrutura e o consequente efeito positivo sobre a produção e o crescimento econômico (KESSIDES, 1993).

O plano de infraestrutura da cidade de Londres (CITY OF LONDON, 2009), por exemplo, demonstra que essa capital se caracteriza como desenvolvida, detentora de amplo reconhecimento mundial, como líder financeira e centro de negócios, devido aos grandes investimentos na infraestrutura, essenciais não somente para o sistema comercial, mas também para a cidade como um todo.

Dois pontos impactantes da infraestrutura sobre a economia são mencionados por Kessides (1993). O primeiro é a contribuição para o crescimento econômico, visto através do aumento de produtividade, da redução de custos de produção, da redução do tempo gasto em atividades não produtivas, redução dos desperdícios de água, energia e combustíveis. Dessa forma, contribui na proteção dos recursos naturais, na redução dos custos e na maior qualidade dos serviços no comércio nacional e internacional. Esses itens determinam a competitividade no mercado de exportação/importação, a diversificação da economia nas zonas rurais, e facilitam o crescimento de novos mercados, agregando valor aos produtos e possibilitando sua comercialização, além de acesso a aplicações de tecnologias modernas através dos sistemas de telecomunicações, aumento da urbanização, e redução da pobreza. O segundo ponto é direcionado à contribuição dada ao aumento da qualidade de vida, possível através do fornecimento de serviços que são direitos básicos, tais como transporte, saúde, lazer, energia e comunicação. O financiamento desses sistemas tem implicações consideráveis sobre a estabilidade macroeconômica. E, por fim, o investimento em infraestrutura gera emprego e consumo a curto e a longo prazo.

Kim (2006), em sua análise sobre investimentos em infraestrutura e desenvolvimento econômico em países subdesenvolvidos, considera que a passagem do status de subdesenvolvido para desenvolvido se dá simultaneamente à ampliação da infraestrutura. No

momento em que esse sistema atende às necessidades da população, do comércio e da indústria, a nação se torna um potencial na economia. Como exemplo, Kim (2006) cita o Japão, cujo governo, no ano de 1911, iniciou o direcionamento de uma grande parcela dos investimentos para os setores de infraestrutura, especialmente, os setores de transporte e energia, gerando um rápido crescimento da produção e indústria de mineração naquele país. Esse desenvolvimento foi transferido aos outros setores a partir da disseminação dos investimentos nos vários sistemas da infraestrutura. Hoje, o Japão é uma das potências econômicas mundiais.

2.3 Sistema de Infraestrutura Energético

A energia em geral, indiferente da sua forma, nos dias atuais, se apresenta com relevância diante das necessidades do ser humano. Dentre as existentes, a energia elétrica se destaca pela sua versatilidade e compõe boa parte do sistema de infraestrutura energético. A Figura 1 apresenta a imagem do planeta Terra visto do espaço, e destaca os locais mais iluminados, mostrando o quanto esse recurso faz parte da vida de uma sociedade. Verifica-se que os pontos com maior presença de luz estão na América do Norte, na Europa e no Japão, os quais se destacam pelo seu desenvolvimento econômico.

Figura 1: Imagem da Terra vista do espaço



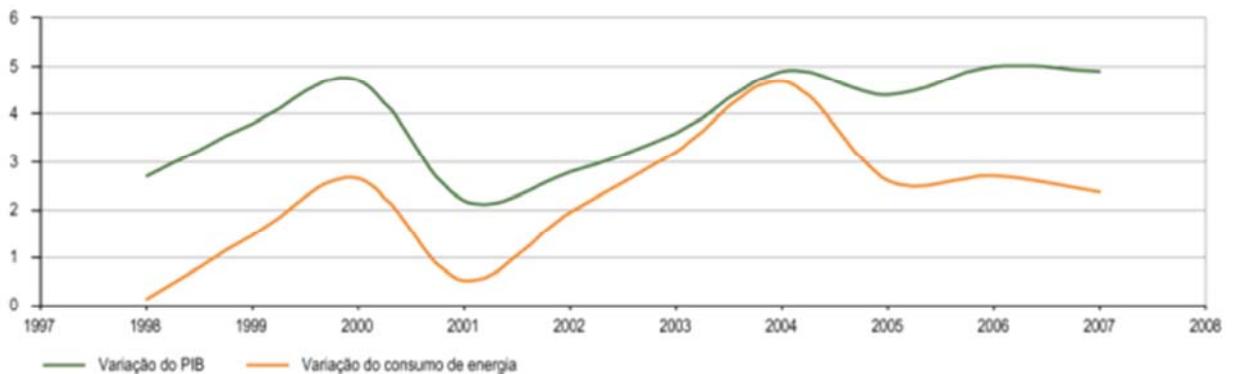
Fonte: NASA (2012)

Para Reis (2011), a energia representa para a organização mundial atual um bem básico para a integração entre o ser humano e o desenvolvimento. O mesmo autor afirma que

a ausência de uma fonte de energia de custo aceitável e de credibilidade garantida gera uma economia regional incapaz de se desenvolver plenamente. Com isso, o indivíduo e a comunidade não têm possibilidade de acessar adequadamente aos serviços que proporcionam maior qualidade de vida, como a educação, a saúde e o saneamento.

Apesar da clareza que se tem sobre a importância do sistema de infraestrutura energético, a ANEEL (2008) revela que um terço da população mundial não tem acesso a ele, e ainda uma parte é atendida precariamente. A ANEEL (2008) também frisa que um país aquecido economicamente possui indicadores de consumo de energia maior, conseqüentemente, melhor qualidade de vida. A Figura 2 apresenta uma comparação da variação do PIB e do consumo de energia mundial entre os anos de 1998 e 2007, a qual deixa evidente a relação existente entre esses dois índices.

Figura 2: Variação do PIB e do consumo de energia mundial entre os anos de 1998 e 2007

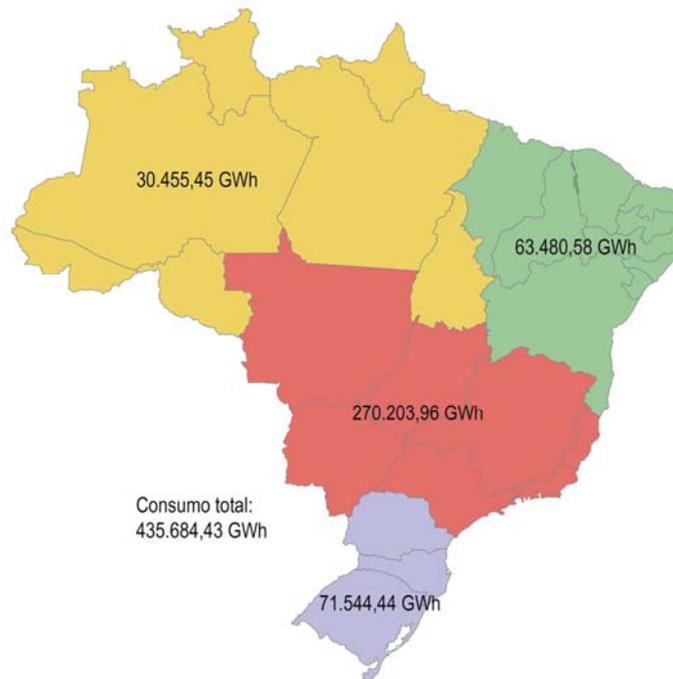


Fonte: ANEEL (2008)

No Brasil, apesar da grande extensão territorial, 84% da população vive na zona urbana, grande parte em zonas periféricas das cidades, onde a infraestrutura, de uma forma geral, se apresenta deficitária, o que gera índices de desenvolvimento econômico e social abaixo dos desejáveis (IBGE, 2010). Além da população das grandes cidades, aquela que vive no interior do país também possui dificuldades de acesso ao sistema de infraestrutura energético, seja por dificuldades físicas (dificuldade de acesso e instalação dos sistemas), ou por restrições econômicas (ANEEL, 2008).

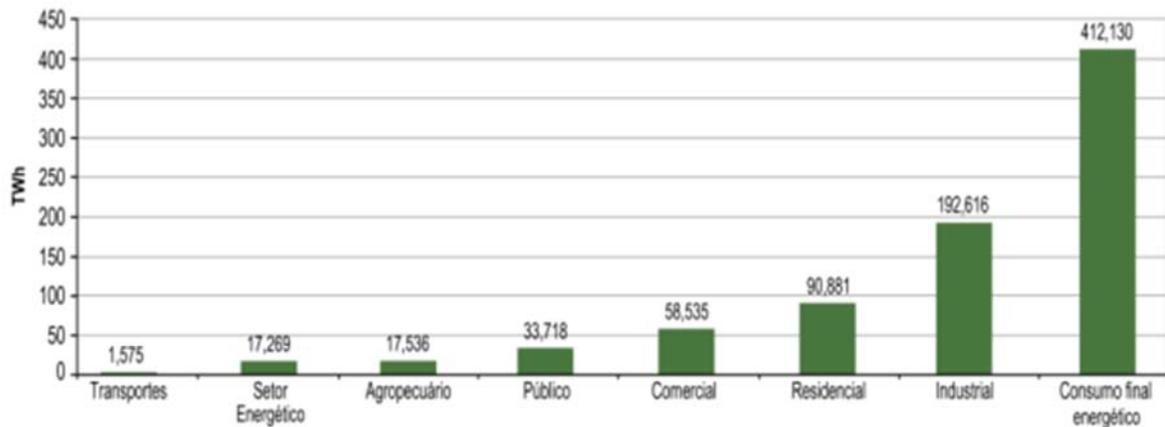
Quanto ao consumo de energia, as regiões brasileiras apresentam características distintas devido ao acesso desigual ao sistema de infraestrutura energético. A Figura 3 apresenta o consumo brasileiro de energia elétrica dividido em regiões, no ano de 2007. A Figura 4 representa o consumo de energia por segmento, no Brasil, no ano de 2007 (ANEEL, 2008).

Figura 3: Consumo de energia elétrica nas regiões do Brasil no ano de 2007



Fonte: ANEEL (2008)

Figura 4: Consumo de energia elétrica por segmento no Brasil no ano de 2007



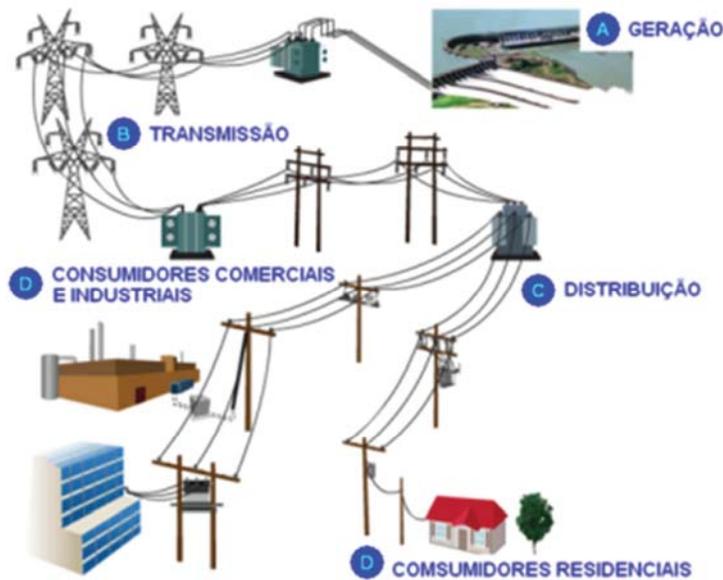
Fonte: ANEEL (2008)

O maior consumidor de energia elétrica é a indústria, seguido pelos consumidores residenciais. No Brasil, a região com maior desenvolvimento industrial é a sudeste, seguida da região sul, as quais são as duas regiões com maior consumo de energia no país.

2.3.1 Sistema de Infraestrutura Energético e a Energia Elétrica

Para que o sistema de infraestrutura energético, neste estudo a energia elétrica, possa atender à demanda da população, é necessária a interligação entre o ponto de geração e o ponto de consumo final. Para que isso aconteça, o sistema de energia elétrica é dividido em quatro setores: geração, transmissão, distribuição e consumidores. A Figura 5 apresenta essa configuração.

Figura 5: Sistema energético



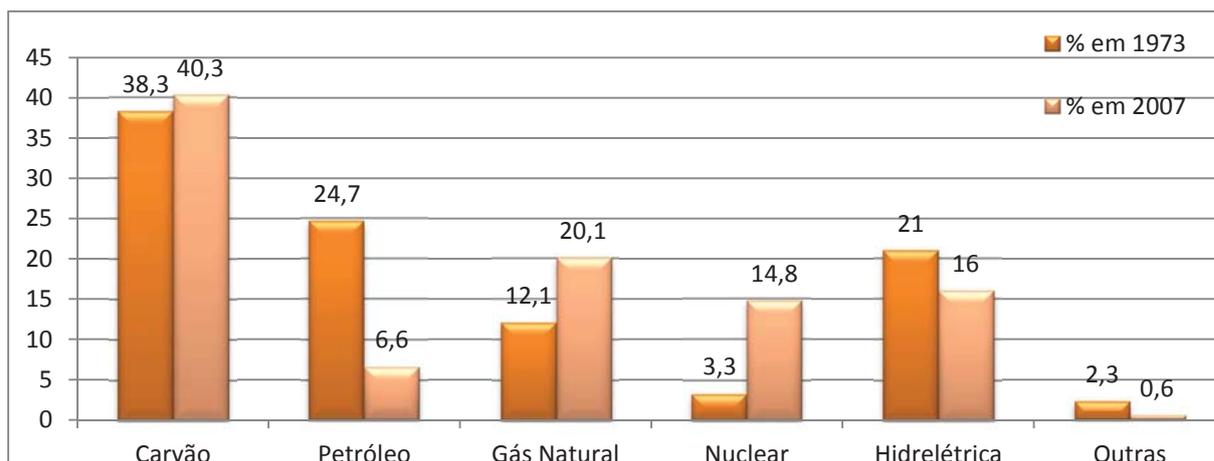
Fonte: Adaptado de Redes Inteligentes (2009)

O setor de geração contempla as usinas geradoras, as quais envolvem o processo de produção de energia elétrica, utilizando para isso fontes primárias de energia. O setor de transmissão tem a função de levar a energia gerada até próximo dos centros consumidores, já que, na maioria dos casos, os potenciais energéticos encontram-se distantes dos pontos de consumo. A transmissão de energia é realizada em alta tensão e com uma elevada quantidade de energia. O setor de distribuição liga as linhas de transmissão aos consumidores finais. A tensão nas linhas de distribuição é menor comparada às linhas de transmissão, e para realizar esse rebaixamento de nível, subestações transformadoras são locadas próximas dos centros consumidores. Os consumidores são divididos em consumidores residenciais, comerciais ou industriais (REIS, 2011).

2.3.2 Setor de Geração de Energia Elétrica

No panorama mundial, a principal fonte primária de geração de energia elétrica é o carvão, o qual não é uma fonte não renovável. A Figura 6 apresenta os dados referentes à geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível nos anos de 1973 e 2007.

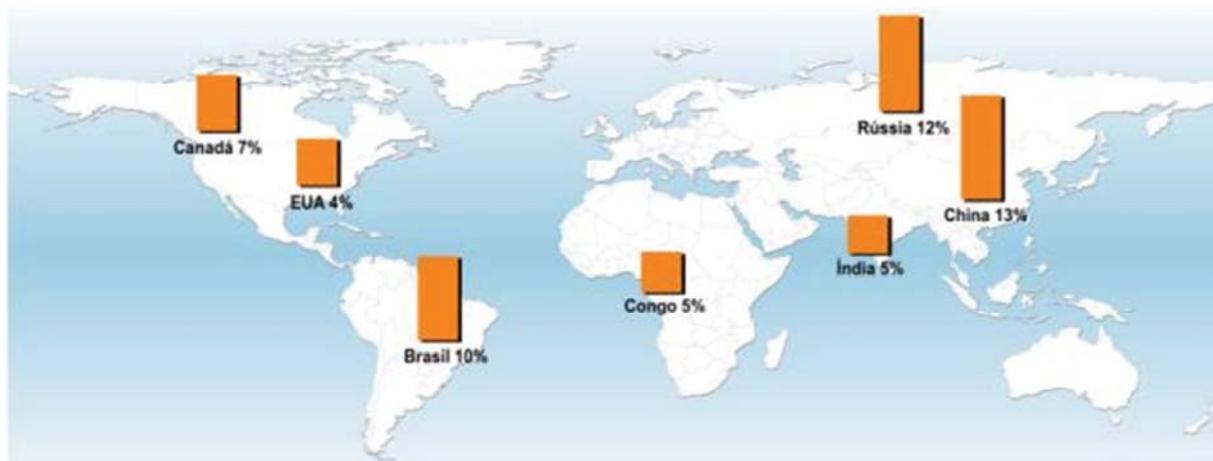
Figura 6: Geração de energia elétrica no mundo por tipo de combustível - anos 1973 e 2007



Fonte: Adaptado de ANEEL (2008)

O Brasil não segue a tendência mundial quanto às fontes primárias de geração de energia. A matriz de energia elétrica brasileira está baseada na energia hidráulica, utilizada nas usinas hidrelétricas, totalizando mais de 75% do total brasileiro. É o terceiro maior potencial hidrelétrico mundial, representando 10% do total (ANEEL, 2008). A Figura 7 apresenta os principais potenciais hidrelétricos tecnicamente aproveitáveis no mundo.

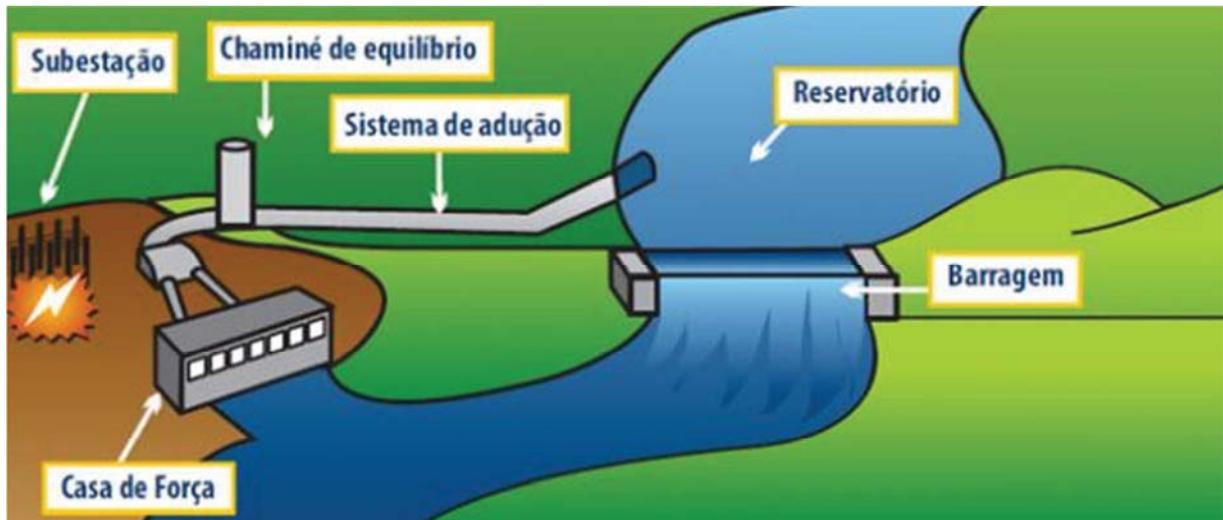
Figura 7: Principais potenciais hidrelétricos tecnicamente aproveitáveis no mundo



Fonte: ANEEL (2008)

O aproveitamento de um potencial de produção de energia elétrica em centrais hidrelétricas, a qual é considerada renovável, está baseado na utilização da vazão de água. Esta produz energia mecânica na turbina, a qual aciona o gerador elétrico e assim transformação a energia mecânica em energia elétrica, o que se dá através de interações eletromagnéticas no interior do gerador elétrico. Os principais componentes de uma central hidrelétrica são o reservatório, a barragem, o sistema de adução (conduto forçado), o chaminé de equilíbrio, a casa de força e a subestação. A particularidade de cada um dos componentes está relacionada com as características locais e as limitações existentes para a implantação da unidade de construção (REIS, 2011). A Figura 8 apresenta um complexo de geração de energia elétrica em usina hidrelétrica.

Figura 8: Complexo de geração de energia elétrica em usina hidrelétrica.



Fonte: Geração Energisa (2013)

A legislação brasileira classifica as centrais hidrelétricas em categorias, considerando como um dos critérios para essa divisão o seu potencial de geração de energia. A Resolução 652 da ANEEL, de 09/12/2003 (ANEEL, 2003), estabelece essa classificação, a qual está especificada no Quadro 3.

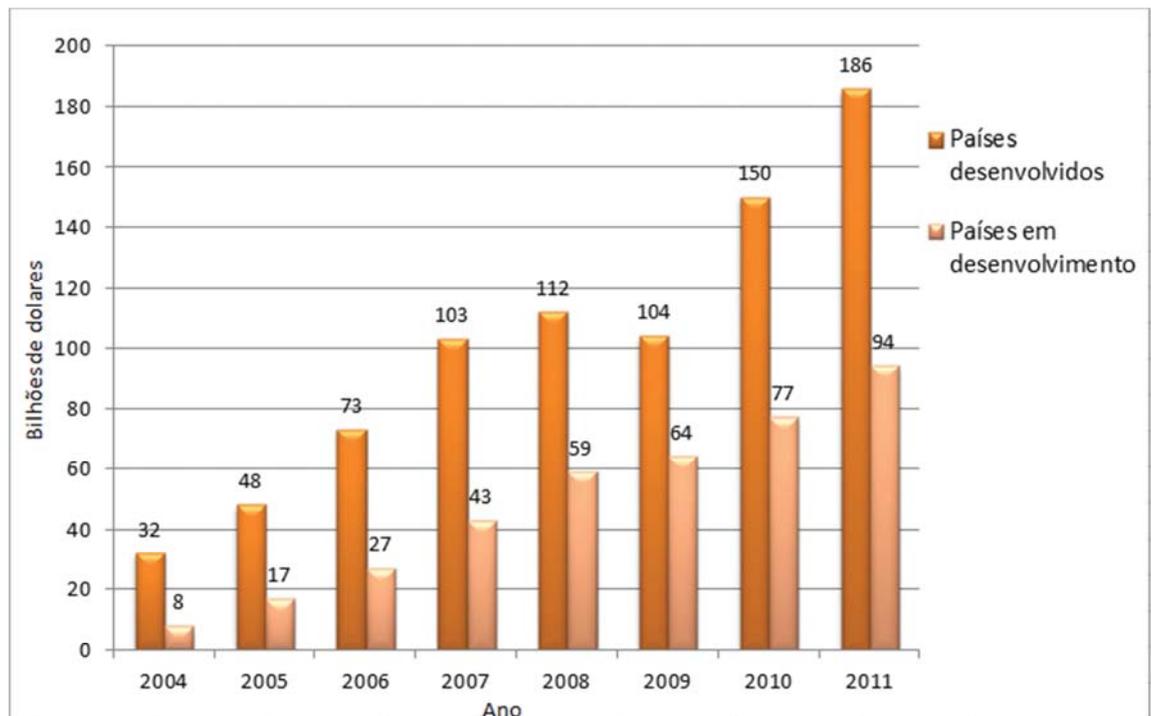
Quadro 3: Classificação das centrais hidrelétricas

Classificação das centrais hidrelétricas	Potência P (kW)
Micro centrais hidrelétricas	$P < 100$
Mini centrais hidrelétricas	$100 < P < 1000$
Pequenas centrais hidrelétricas	$1000 < P < 30000$
Centrais hidrelétricas	$P > 30000$

Fonte: ANEEL, 2003

Em termos mundiais, prevê-se que o consumo de energia elétrica deve aumentar 49% entre os anos de 2007 e 2035 (EIA, 2010). Isso demonstra que o setor requer investimentos a curto e a longo prazo, com o objetivo de evitar a escassez de energia elétrica, o que pode ocasionar um retardo no desenvolvimento econômico e social das nações. A busca pelo suprimento da demanda de energia elétrica deve, no entanto, passar pela substituição de fontes primárias de energia não renováveis para fontes renováveis. No Brasil, conforme já mencionado, a maior parte da energia provém de usinas hidrelétricas. Entretanto, em âmbito mundial, o panorama não se assemelha ao Brasil, e os países estão em busca de substituir energias não renováveis por energias renováveis. Os investimentos no setor estão crescendo, conforme mostra o gráfico da Figura 9 (UNEP, 2013).

Figura 9: Investimento mundial em energias renováveis



Fonte: UNEP, 2013

Verifica-se que o setor de geração de energia elétrica é um segmento que vem tendo cada vez maior investimento, tanto pelas necessidades de aumento de demanda, quanto pela busca de alternativas visando à utilização de energias renováveis, como exemplo as hidrelétricas.

2.4 Ciclo de Vida de Unidade de Construção de Infraestrutura

A ISO/IEC 15288 (2002) define ciclo de vida como o período de tempo que inclui a concepção, o desenvolvimento, a execução, a operação, a manutenção, a reforma e a demolição de um sistema.

A ABNT ISO 12006:2 (2010) considera ciclo de vida completo de uma construção o tempo que abrange as etapas de concepção/projeto, produção, uso e manutenção e, por fim, descomissionamento e demolição, tratando-se de ciclo de vida de edificações ou obras de infraestrutura.

Apesar do ciclo de vida ser fracionado em uma sequência de etapas, Yagi et al. (2007) frisam que ele não deve ser tratado como uma série de períodos isolados em que a finalização de uma etapa determina o início da outra. O ciclo de vida deve ser tratado como um processo cujas etapas se sobrepõem e se interligam diretamente, tendo em vista que as decisões tomadas em uma das etapas refletem-se nas etapas posteriores. Para os mesmos autores, a ligação das etapas possui variáveis que dependem da característica da unidade de construção, as quais têm ligação com a função de seu uso, escala e localização, dentre outros aspectos.

2.5 Desenvolvimento de Projetos

Segundo a norma ABNT NBR 5674 (1999), projeto é definido como uma representação gráfica e escrita, que engloba os atributos de um serviço ou obra de engenharia ou de arquitetura, definindo suas características técnicas, econômicas, financeiras e legais.

O *Project Management Institute* (PMI), dos Estados Unidos (EUA), descreve o projeto como uma atividade temporária, dedicada a criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. O enfoque dado ao tempo significa que todos os projetos possuem um início e um final definido, e têm como resultado a entrega de produtos, serviços ou resultados (PMI, 2004).

Melhado (1995), aponta três áreas para definição de projeto. A primeira delas, a definição de projeto está vinculada ao aspecto de procedimento ou prática de criação. A segunda refere-se à definição de projeto, e tem como foco os resultados através da busca de objetivos individuais, sociais, políticos e culturais. A terceira forma de definir projeto é vincular o conceito a um processo, ou seja, o projeto deve ser visto como um conjunto de informações. Essas informações podem ser de natureza tecnológica (detalhes construtivos), ou puramente gerencial, vinculadas ao planejamento e à programação das atividades de

execução, ou àquelas que complementam essa atividade, como a área de suprimentos e contratações de serviços.

Para Goes (2011), o projeto descreve as características de um empreendimento e os processos produtivos adotados, os quais servirão de base para a etapa de execução.

Na atualidade, os projetos são desenvolvidos com o auxílio da ferramenta *Computer Aided Design* (CAD), a qual constrói uma representação gráfica por meio do computador. Quando utilizado todo o potencial do CAD, têm-se projetos fartos de informações, as quais auxiliam os projetistas e dão suporte para a tomada de decisões (FERREIRA, 2007).

A utilização total da ferramenta CAD em projetos de unidades de construção de infraestrutura ainda é tímida. Os projetistas, na sua maioria, fazem uso apenas da representação gráfica 2D, ou no máximo 3D, composta de plantas, cortes e fachadas e apresentação final do projeto. Esse tipo de representação negligencia dados espaciais importantes para o projeto (FERREIRA, 2007). Um projeto mal especificado pode acabar não cumprindo seus objetivos, e uma grande quantidade de tempo e recursos monetários podem ser perdidos (IWG, 2010).

Em uma pesquisa sobre a característica da representação 2D, Ferreira e Santos (2007) concluíram que esse tipo de processo gera problemas que irão influenciar nos projetos, descritos no Quadro 4.

Quadro 4: Problemas da representação 2D

Característica	Descrição	Exemplo
Ambiguidade	A mesma representação pode ser interpretada de mais de uma forma, mesmo que adicionada de notas, símbolos ou esquemas, em geral em algum ponto do contexto do desenho que pode não ser claramente percebido.	A representação das vigas que estão no mesmo plano ou em níveis diferentes (invertidas), em que essas diferenças são representadas em seções que podem passar despercebidas pelo projetista.
Simbolismo	O objeto é representado por um símbolo cujas dimensões e formas não têm relação com o objeto real que representa.	A indicação dos pontos de energia elétrica (interruptor, tomadas etc.) usa símbolos fora da proporção com o objeto real que representam, induzindo o projetista a ignorar as relações espaciais reais.
Omissão	Na tentativa de tornar o desenho mais sintético, são omitidas informações consideradas “óbvias” para o especialista que está projetando. Entretanto, para a análise de outros envolvidos, a informação em geral é desconhecida e, por não estar representada, não é levada em consideração. Também pode caracterizar-se pela omissão de uma elevação ou corte necessário para a correta interpretação do projeto.	Em um dos problemas identificados, o projetista não representou a peça metálica de fixação do conjunto flexível de água quente e fria do misturador do chuveiro. Para o projetista de hidráulica, era óbvio que aquele conjunto não ficaria no ar. Porém, a interferência com a estrutura para a parede de <i>drywall</i> e a existência de um <i>shaft</i> com tampa removível, apertou a instalação dentro do <i>shaft</i> , quando se considerou a peça de fixação dos misturadores.
Simplificação	O projetista simplifica uma determinada representação, alterando o volume real do objeto ilustrado. Este problema é semelhante ao do simbolismo, porém, diferentemente deste, a simplificação guarda algumas relações de forma e dimensão com o modelo real, porém esta característica não as representa explicitamente.	O projetista de hidráulica frequentemente representa como uma simples linha ou curvas as tubulações de água quente e fria. Essas tubulações, em geral, têm diâmetros de 40 ou 50 mm, praticamente a metade da dimensão da tubulação de esgoto (de 100 mm). Em espaços muito restritos, esse tipo de representação sempre compromete a análise das reais ligações entre as peças.
Fragmentação	A fragmentação está relacionada à separação da informação em várias vistas cartográficas (planta, elevação, corte) e pode ser agravada com a eventual representação destas vistas em folhas separadas. O esforço cognitivo é aumentado quando é necessário correlacionar informações representadas em duas vistas diferentes, favorecendo o erro. Esse procedimento é diferente do desenho mecânico, onde as vistas devem sempre ser alinhadas, facilitando a correlação dos detalhes das vistas.	O projetista de elétrica, em um dado projeto, indicou a altura de uma arandela na escada. As vigas da escada nem sempre estão no mesmo nível do pavimento tipo. Para poder compreender o todo e evitar que a arandela acabasse ficando na viga, seriam necessários cortes e ou elevações para o entendimento dos vários níveis.

Fonte: Adaptado de Ferreira e Santos (2007)

Ham et al. (2008) afirmam que os empreendimentos, de forma geral, estão assumindo maiores dimensões e, com isso, um número maior de variáveis torna mais complexa a gestão eficiente das informações e, conseqüentemente, dos projetos.

Para Chen e Wang (2013), o sucesso da engenharia de projeto se dá pelo controle contínuo e unificado dos investimentos e do planejamento. No entanto, os métodos

tradicionais de projetos não incluem esse controle. Assim, como resultado têm-se informações fragmentadas, sem interação entre as áreas envolvidas.

Ferreira e Santos (2007), apontam que as técnicas atuais para o desenvolvimento de projeto oferecem limitações, pois a falta de uma padronização dos sistemas na construção e a não interação entre os projetistas tornam as informações fragmentadas, o que gera projetos e documentações que conduzem a erros e retrabalhos, além de portas abertas para a má aplicação de verbas, pois a maioria dos recursos provém de investimentos governamentais.

2.6 BIM – *Building Information Modeling*

Eastman et al. (2011) comparam o conceito de BIM a uma ação e a um objeto. Quando o BIM é tratado como um objeto, ele tem características correspondentes ao processo de representação gráfica dos empreendimentos, a qual apresenta os componentes reais digitalmente. Quando o BIM é tratado como uma ação, ele se comporta como um processo que auxilia o gerenciamento, aproximando os envolvidos e fazendo com que o projeto seja tratado com uma mesma linguagem por todos, garantindo maior qualidade e eficiência em todo o ciclo de vida do processo. A Figura 9 registra, de forma gráfica, essa explicação.

Figura 10: Definição de BIM.



Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2011)

O BIM é definido como um processo integrado, utilizado para facilitar a troca de informações entre os envolvidos em uma unidade de construção, seja na etapa de projeto, execução, operação, manutenção e desativação. Durante todo o ciclo de vida o BIM dá suporte aos envolvidos para a tomada de decisão. Todas as informações são digitais e há uma padronização, o que facilita a utilização por todos os integrantes do processo (IBC, 2011).

O *National Institute of Building Sciences* (NIBS), dos EUA, define BIM como uma representação digital das características físicas e funcionais de um empreendimento, servindo para compartilhar informações sobre as instalações e formar uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida. A premissa básica do BIM para o NIBS é a colaboração de diferentes atores, em distintas etapas do ciclo de vida de uma instalação, para inserir, extrair, atualizar ou modificar informação do processo, dando suporte para os tomadores de decisão (NIBS, 2007). Portanto, o BIM pode ser definido como uma representação digital compartilhada baseada em padrões abertos de interoperabilidade.

Outra definição dada ao BIM é a de processo focado no desenvolvimento, uso e transferência de dados de um modelo de projeto de construção, visando melhorar a concepção, a construção e a operação de uma unidade de construção. Todas as informações são apresentadas de forma digital (SMITH et al., 2011).

Os modelos criados a partir da aplicação do BIM são facilmente visualizados mesmo antes de sua constituição física, pois há poucas mudanças entre essa simulação e a real instalação da unidade de construção, e o detalhamento e a interação das áreas envolvidas na etapa formam dados consistentes (IBC, 2011).

O trabalho realizado por Cheng e Ma (2013), visando aplicar o BIM no setor de resíduos sólidos, gerou um banco de dados com grande quantidade de informações. Já Shim, Yun e Song (2011) aplicaram o BIM em projeto e construção de pontes, e concluíram que o processo favorece o trabalho dos profissionais envolvidos, melhorando a produtividade e reduzindo riscos.

O conceito de BIM implica um processo multidimensional, com definição de áreas de atuação. São elas (IBC, 2011):

- Dimensão 2D: documentação;
- Dimensão 3D: desenhos;
- Dimensão 4D: planejamento;
- Dimensão 5D: orçamento;
- Dimensão 6D: manutenção;
- Dimensão 7D: segurança e sustentabilidade.

Hoje, a aplicação do BIM se destaca no setor da construção vertical, com ênfase na etapa de projeto. Nas etapas de execução, operação, manutenção e desativação, ainda é pouco usado. O *Institute for Bim in Canada* (IBC) descreve como o BIM se insere nas etapas de

planejamento e projeto, construção e operação e manutenção de uma unidade de construção vertical, como se explica a seguir (IBC, 2011).

Etapa de Projeto: A maior utilização do BIM em unidades de construção está nesse período do ciclo de vida. Essa mesma tendência é seguida pelos softwares comerciais que aplicam esse processo, na maioria direcionados para a etapa de planejamento e projeto. Nessa etapa, os softwares permitem a criação de modelos e consequente visualização simultânea do projeto-base e complementares, assegurando ao processo de revisão a possibilidade de verificação de interferências entre projetos e tomada de decisão com maior credibilidade. Na etapa de planejamento e projeto, o BIM serve para:

- Criar um modelo 3D da unidade de construção, no qual se inserem coordenadas geográficas que permitem verificar o melhor local para a instalação do mesmo. Vários locais de instalação podem ser comparados, e a escolha do melhor é facilmente realizada, levando-se em consideração fatores financeiros e ambientais.

- Verificar as condições e características dos ambientes vizinhos e o real espaço disponível para a implantação da unidade de construção, sem interferir na vida do espaço vizinho.

- Criar de um banco de dados integrado, o qual os envolvidos têm acesso em tempo real. Esses dados referem-se a materiais, equipamentos, especificações, produtos, quantidades, custos – um amplo repertório de informações que podem ser utilizadas por todos. Com isso, pode-se padronizar o processo.

- Realizar a revisão do projeto em um ambiente virtual, o que torna ágil o processo de interação entre os envolvidos. Assim as mudanças necessárias acabam acontecendo em tempo real, pois todos os envolvidos no processo podem acessar as informações.

- Analisar profundamente todos os projetos, avaliando como a unidade de construção impacta no meio, ou ainda otimizar o seu desempenho global em todo o seu ciclo de vida. Dessa forma, essa análise pode servir de base para viabilizar a unidade de construção, e como é realizada de forma digital, reduz os custos dessa etapa.

- Realizar a análise da unidade de construção no que se refere a normas e regulamentos, assegurando conformidade com as diferentes legislações existentes.

- Compor automaticamente a quantidade dos insumos necessários de acordo com o banco de dados de materiais previamente cadastrados. Com isso, gera-se o custo total do empreendimento. Nesse momento, pode-se verificar os custos entre os diferentes tipos de materiais e compará-los de acordo com o desempenho da edificação. Com isso também os erros orçamentários são reduzidos, pois oferece dados para um maior controle dos centros de

custos. Essas informações também auxiliam o setor de compras, pois os materiais estão minuciosamente detalhados, evitando erros de especificação e de quantidade.

Etapa de Execução: O BIM tem-se mostrado muito eficiente nas atividades referentes à administração do canteiro de obras, pessoas e materiais, o que resulta em maior agilidade na execução e conseqüente redução nos custos.

O BIM oferece uma vasta documentação, clareando os procedimentos de trabalho, o controle de material e os custos. Nas atividades da etapa de construção, ele auxilia em:

- Planejar a execução, orientando sobre as programações existentes em relação ao tempo. Essa característica é definida como 4D. Pode ser formulado um projeto ilustrativo de como a obra irá caminhar, e qual sua característica e dimensão no tempo. Dessa forma, os detalhes construtivos também são melhor entendidos pelos executores.

- Otimizar o canteiro de obras, melhorando o uso do espaço disponível, melhor organização e controle de materiais, reduzir o transporte de materiais e equipamentos no próprio canteiro de obras, reduzir riscos e situações potencialmente perigosas.

- Aumentar a segurança no canteiro de obras, pois projetos complementares, como de andaimes também podem ser contemplados no ambiente BIM.

- Dimensionar corretamente o sistema de infraestrutura que a obra exige no momento de sua execução.

Etapa de Operação/ Manutenção: O BIM é importante na gerência da operação dos empreendimentos. Isso se deve à grande quantidade de informações referentes à etapa de projeto e execução. Esses dados são importantes, pois estão diretamente ligados à característica do ciclo de vida da instalação. Assim:

- Os projetos originais ou *As-Built*, relação e especificação de materiais, podem constituir um banco de dados. Essa documentação é importante para identificar responsáveis, caso algum problema ocorra durante sua operação. Qualquer mudança na planta do empreendimento também pode ser adicionada ao banco de dados do BIM, proporcionando mais agilidade no processo de manutenção.

- O desempenho da edificação pode ser otimizado com a adoção de tecnologias para a redução dos custos com a operação, como exemplo, a análise da eficiência da edificação em relação ao consumo de energia.

- Controlar o plano de manutenção.

- Em momentos de emergência, a visualização global da edificação pode ser facilmente acessada.

2.6.1 Interoperabilidade

Para a implantação do BIM, é necessária a utilização de uma ferramenta que ordene o sistema ou materiais, auxiliando no processamento de dados que provêm de diferentes áreas. O armazenamento desses dados bem como sua interação devem ser realizados de forma consistente e confiável.

Redmond et al. (2012), destaca que a principal característica do BIM se concentra na busca pela capacidade de compartilhar informações sincronizadas que provêm de múltiplas ferramentas de trabalho. Para Silva (2013), o sucesso da implantação do BIM depende diretamente da capacidade de se retirar informação relevante dos modelos gerados pelo BIM, e também da capacidade de compartilhar dados com os diversos participantes do processo durante todo o ciclo de vida do empreendimento. Nawari (2012) aponta que um dos meios para se fazer essa troca de informações é a troca de dados padronizados.

A interoperabilidade vem ao encontro dessa necessidade que existe para a implantação e sucesso do BIM. Interoperabilidade é definida por Eastman et al. (2011) como a capacidade de transmitir dados entre diferentes plataformas e para múltiplas aplicações. Interoperabilidade também é entendida, na visão tecnológica, como a capacidade de gerenciar e integrar ferramentas eletrônicas, bem como os dados do projeto e todos os colaboradores de determinada atividade (MCGRAW_HILL CONSTRUCTION, 2007).

Hoje, uma das maiores dificuldades para a completa implantação do BIM é a interoperabilidade. Essa situação vem desde o início da introdução dos sistemas CAD. Cada profissional opta por uma ferramenta, a que melhor se adapta as suas necessidades para desenvolver suas atividades. Porém, os documentos gerados servem de base para outros participantes do processo. Esses documentos são necessários para o compartilhamento de informações e a quantidade de informação que necessitam ser compartilhadas vem sendo cada vez maior (SILVA, 2013).

A Mcgraw_Hill Construction (2007), em uma de suas pesquisas, mostra que a falta de interoperabilidade torna os custos da construção maiores. Os números mostraram que, em média, 3,1% dos custos de projeto vinculam-se à falta de interoperabilidade entre as

ferramentas utilizadas. O principal motivo desse resultado é o negligenciamento da interoperabilidade nos processos.

Hoje, os desenvolvedores de ferramentas para elaboração de projetos possuem bancos de dados fechados, sendo necessário adquiri-los. Também, não existe uma interação entre os bancos de dados das diferentes empresas do segmento. O *American Institute of Architects* (AIA), dos EUA, defende a abertura, por parte dos desenvolvedores que dão suporte à construção, de suas ferramentas. Dessa forma, facilita-se o compartilhamento de informações, impedindo perdas de dados durante o processo (STRATTON, 2009).

A *BuildingSMART Alliance* (bSa) foi fundada em 2006, como uma derivação da *Internacional Alliance for Interoperability*, a qual veio para trabalhar no sentido de definir os padrões de interoperabilidade de dados. Uma das ações do grupo foi o estabelecimento da *Industry Foundation Classes* (IFCs), que define eletronicamente elementos de um projeto de construção, em um formato que pode ser compartilhado entre aplicações. Uma das partes da missão da *BuildingSMART* que já está sendo realizada juntamente com o *National Institute of Building Sciences* é a promoção de padrões abertos e a criação de um campo neutro para coordenação dos esforços na busca da interoperabilidade (MCGRAW_HILL CONSTRUCTION, 2007).

2.6.2 BIM e Normas

Uma pesquisa da Universidade de Newcastle, da Austrália, revelou que os países mais industrializados têm maior interação com o conceito BIM, e o aplicam (BREWER, GAJENDRAN, GOFF, 2012). O AIA busca verificar as iniciativas mundiais sobre a formulação de normas e diretrizes sobre o BIM. O Quadro 5 apresenta um resumo dessas iniciativas (AIA, 2012).

Quadro 5: Documentos sobre BIM

País	Enquadramento da Instituição	Tipo de Instituição	Nome da Instituição	Nome do Documento/Diretriz/Norma
Estados Unidos	Privada	Organização	Associated General Contractors (AGC) of America	Contractor's Guide to BIM
		Organização	AEC (UK)	AEC (UK) BIM Protocols
Noruega	Pública/privada		Boligprodusentene (Norwegian Home Builders Association)	BoligBIM (BIM Manual)
				BOLIGPRODUSENTERNES BIM MANUAL (Housing Manufacturers BIM Manual)
China - Hong Kong	Pública	Governamental	The Hong Kong Institute of Building Information Modeling	HKIBIM BIM Project Specification
Austrália	Pública	Governamental - Âmbito federal	NATSPEC	NATSPEC National BIM Guide
Austrália	Pública	Governamental - Âmbito federal	NATSPEC	NATSPEC BIM Object/Element Matrix
Austrália	Pública	Governamental - Âmbito federal	NATSPEC	BIM Management Plan Template
Dinamarca	Pública	Governamental - Âmbito federal	Erhvervsstyrelsen (National Agency for Enterprise and Construction) Denmark	Det Digitale Byggeri (Digital Construction)
Finlândia	Pública	Governamental - Âmbito federal	buildingSMART Finland	Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012)
				Common BIM Requirement 2012 (COBIM)
Finlândia	Pública	Governamental - Âmbito federal	Senaatti Kiinteistöt (aka Senate Properties)	Senate Properties: BIM Requirements
	Pública	Governamental - Âmbito Federal	Rijksgedebouwendienst (Ministry of the Interior and Kingdom Relations)	Rgd BIM Standard
Noruega	Pública	Governamental - Âmbito Federal	Statsbygg	Statsbygg Building Information Modeling Manual
Singapura	Pública	Governamental - Âmbito Federal	Building and Construction Authority	Singapore BIM Guide
Singapura	Pública	Governamental - Âmbito Federal	CORENET e-submission System (ESS)	CORENET BIM e-submission Guidelines
Estados Unidos	Pública	Governamental - Âmbito Federal	United States General Services Administration (GSA)	National 3D-4D Building Information Modeling Program
	Pública	Governamental - Âmbito federal - Departamento de defesa	United States Air Force Center for Engineering and the Environment (AFCEE) Capital Investment Management (CM)	“ATTACHMENT F” -- BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) REQUIREMENTS

Continuação

País	Enquadramento da Instituição	Tipo de Instituição	Nome da Instituição	Nome do Documento/Diretriz/Norma
Estados Unidos	Pública	Governamental - Âmbito federal - Departamento de defesa	United States Army Corps of Engineers (USACE)	ERDC SR-12-2, The US Army Corp of Engineers Roadmap for Life-Cycle BIM
				ERDC SR-12-2, Supplement 1 - BIM Implementation Guide for MILCON Projects Using the Autodesk Platform
				ERDC SR-12-2, Supplement 1 - BIM Implementation Guide for MILCON Projects Using the Bentley Platform
				BIM Primer
				2012 USACE BIM Revit Templates and User Guides, for Architectural, Electrical, Mechanical, and Structural disciplines
				Model RFP, Section 01 33 16, Attachment F – BIM Requirements (USACE, COS Application-Neutral)
				Model RFP, Section 01 33 16, Attachment F – BIM Requirements (USACE, COS Application-Specific)
				Model RFP, Section 01 33 16, Attachment F – BIM Requirements (USACE, Non-COS Application- Specific)
				USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3)
USACE BIM Project Execution Plan (PxP) Template				
Estados Unidos	Pública	Governamental - Âmbito federal - Departamento de defesa	United States Department of Veterans Affairs (VA)	The VA BIM Guide
	Pública	Governamental - Âmbito regional	Generalitat Valenciana (Valencia Regional Government)	FIDE (Formato Intercambio Datos Edificación aka Building Data Exchange Format)
Estados Unidos	Pública	Organização	American Institute of Architects (AIA) Contract Documents	E202-2008 BIM Protocol Exhibit
Estados Unidos	Pública	Organização	Penn State Computer Integrated Construction Research Program - BIM Execution Planning	BIM Project Execution Planning Guide
				BIM Planning Guide for Facility Owners

Continuação

País	Enquadramento da Instituição	Tipo de Instituição	Nome da Instituição	Nome do Documento/Diretriz/Norma
Estados Unidos	Pública	Organização	National Institute of Building Science (NIBS) - buildingSMART alliance (bSa)	National BIM Standard (NBIMS)
				Healthcare BIM Consortium (HBC)
				Information Exchange Projects
				Precast Concrete BIM Standard Project
Estados Unidos	Pública	Governamental - Âmbito municipal	New York City Department of Design + Construction	BIM Guidelines
	Pública	Governamental - Âmbito municipal	City of San Antonio Capital Improvements Management Services (CIMS)	BIM Development Criteria and Standards for Design & Construction Projects (aka "CoSA BIM Standards")
Estados Unidos - Nova Iorque	Pública	Governamental - Âmbito estadual - Instituição de Ensino	New York School Construction Authority	Building Information Modeling Guidelines and Standards for Architects and Engineers
Estados Unidos - Ohio	Pública	Governamental - Âmbito estadual	State of Ohio Facilities Construction Commission (OFCC)	State of Ohio Building Information Modeling Protocol
Estados Unidos - Texas	Pública	Governamental - Âmbito estadual	State of Texas, Texas Facilities Commission (TFC)	Texas Facilities Commission Professional Service Provider Guidelines and Standards
				Texas Facilities Commission Professional Architectural/Engineering Guidelines
				Appendix M - BIM Planning and Coordination Document
Estados Unidos - Wisconsin	Pública	Governamental - Âmbito estadual	State of Wisconsin Department of Administration, Division of State Facilities (DOA/DSF)	DSF BIM Guidelines & Standards
Estados Unidos - Califórnia	Pública	Instituição de Ensino	San Diego Community College District - Propositions S & N	SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors
				San Diego Community College District Bim Project Execution Plan Template
Estados Unidos - Georgia	Pública	Governamental - Âmbito estadual	Georgia State Financing and Investment Commission	GSFIC BIM Guide
Estados Unidos - Nova Jérnia e Nova Iorque	Pública	Governamental - Âmbito estadual	The Port Authority of NY & NJ Engineering Department	EAD (E/A Design Division) BIM Standard Manual
				EAD BIM Support Files

Fonte: Adaptado de AIA (2012)

2.6.2.1 BIM nos Estados Unidos

Nos EUA, uma das principais instituições que está disseminando e tornando o BIM no país é a *United States General Services Administration* (GSA), a qual é responsável pela construção e manutenção de todos os edifícios federais. Em 2003, a GSA definiu como meta imediata o programa *National 3D-4D-BIM*, realizando a transição das tecnologias 2D para modelos 3D, e inserindo ao processo a dimensão tempo, ou seja, a 4D, visando à sequência da construção e do planejamento da obra. Em 2007, a GSA determinou para todos os seus projetos iniciados a partir daquela data a obrigatoriedade do uso de BIM para o programa de validação dos espaços (*Spatial Program Validation - SPV*) antes da apresentação do conceito final. Essa atitude ajudou a GSA, pois a mesma possui mais de 27 milhões de metros quadrados de espaço, e este conceito de validação em fase de projeto ajuda a gerência a longo prazo (SILVA, 2013).

A GSA tem, até o momento, publicado uma série de guias para a utilização do BIM. São eles:

- *GSA Building Information Modeling Guide Series 01 – Overview;*
- *GSA Building Information Modeling Guide Series: 02 – GSA BIM Guide for Spatial Program Validation;*
- *GSA Building Information Modeling Guide Series: 03 – GSA BIM Guide for 3D Imaging;*
- *GSA Building Information Modeling Guide Series 04 – 4D Phasing;*
- *GSA Building Information Modeling Guide Series 05 – Energy Performance.*

Ainda, nos EUA, existe a norma da *National Building Information Modeling Standard* (NBIMS), desenvolvida e mantida pela *buildingSMART alliance* (bSa). A bSa faz parte da *BuildingSmart internacional*, e trabalha sob comando da *National Institute of Building Sciences* (NIBS), a principal organização dos EUA com foco em edificações. A associação entre a *buildingSMART alliance* e a *BuildingSmart internacional* possibilita que todas as publicações sejam difundidas rapidamente em todo o mundo, servindo de base para outros países construírem suas normas e diretrizes para o uso do BIM. A bSa também desenvolveu o *BIM Project Execution Planning Guide*, um manual prático que pode ser usado para projetar uma estratégia, visando à implantação do BIM (SMITH et al., 2011).

A última versão da NBIMS está direcionada para dois públicos específicos: (a) os vendedores e produtores de software; b) os atores da indústria que projetam, constroem, possuem e operam o ambiente construído (SILVA, 2013). Esta norma possui cinco capítulos, sendo eles:

- 1. Âmbito;
- 2. Normas de referência;
- 3. Termos e definições;
- 4. Normas de troca de informação;
- 5. Documentos práticos.

2.6.2.2 BIM na Finlândia

Na Finlândia, o uso do BIM já faz parte dos estudos desenvolvidos na área de construção há mais de 30 anos. Essa história teve início com o *RATAS-project*, o qual introduziu conceitos como objetos, atributos, relações e modelos no setor da construção. A partir desse projeto, outros programas foram desenvolvidos, criados pela *Finnish Funding Agency for Technology and Innovation* (TEKES), entre os anos de 1990 e 2010. Esses programas deixaram a Finlândia num patamar de destaque diante dos outros países nessa área. O *Senate Properties* (Senaatti), órgão responsável por administrar boa parte das propriedades da Finlândia, verificou o potencial do BIM, e passou a utilizá-lo em seus projetos. No ano de 2007 lançou diretrizes sobre esse assunto. A partir das diretrizes estipuladas pela Senaatti, a *Building Information Foundation* (RTS) definiu requisitos nacionais para o uso do BIM, constituindo assim o *Common BIM Requirements* (COBIM). Esse documento é dirigido a todos os envolvidos na cadeia da construção, e apresenta os requisitos a serem cumpridos na criação de modelos, com enfoque na técnica e na qualidade (SILVA, 2013).

2.6.2.3 BIM na Inglaterra

Atualmente, o governo do Reino Unido possui um programa que visa instituir o uso do BIM nas obras públicas. Em 2011, o *UK Cabinet Office* publicou a “*Government Construction Strategy*”, documento em que o governo determina a exigência do BIM 3D totalmente colaborativo até 2016. Para ajudar no cumprimento dessa exigência, o comitê *AEC (UK) BIM Standard Committee* lançou a norma *AEC (UK) BIM Protocol*, a *AEC (UK) BIM*

Protocol para o Autodesk Revit e Bentley. Todos esses documentos têm como finalidade disponibilizar protocolos e procedimentos práticos para que as empresas da construção tenham suporte para a transição do CAD para BIM (SILVA, 2013).

2.6.3 BIM no Brasil

A utilização do BIM no Brasil ainda não acontece de forma massiva. Uma pesquisa realizada por Souza, Amorim e Lyrio (2009), sobre o uso do BIM nos escritórios brasileiros revelou que a utilização desse processo ainda é limitado. A compatibilização, na sua maioria, ainda ocorre de forma tradicional do CAD, e quando a utilização acontece é apenas usada como uma ferramenta para a concepção e a facilitação do projeto internamente ao escritório, não se estendendo para outras etapas da unidade de construção. Os autores também relatam que as empresas contratantes ainda não estão exigindo a utilização do BIM. Dentre as principais dificuldades apontadas pelos escritórios para a utilização do BIM, está a falta de tempo para implantação da tecnologia e a escassez de profissionais com domínio dos softwares. Outro aspecto detectado está relacionado à necessidade de mudança de paradigma por parte dos profissionais, já que o BIM exige uma nova forma de pensar o processo de projeto, a qual traz, na essência, a padronização dos sistemas na construção e a interação virtual entre os envolvidos.

O início da normatização do BIM se deu com a elaboração da NBR ABNT ISO 12006:2 (2010), a qual determina uma estrutura e uma série de títulos recomendados de tabelas apoiadas em definições. Essas informações dão base para a construção de um sistema de classificação, o qual pode ser aplicado a todo o ciclo de vida de uma unidade de construção, incluindo projeto, execução, operação, manutenção e demolição. A classificação é definida por Bailey (1994) como a ordenação de um sistema ou materiais em grupos ou classes semelhantes. Um sistema de classificação auxilia no processamento dos dados que provêm de diferentes áreas, como por exemplo, dados geométricos, propriedades técnicas, dados de custo e dados de manutenção.

Depois da NBR ABNT ISO 12006:2, no ano de 2011, entrou em vigor a NBR ABNT 15965-1, a qual tem por objetivo estabelecer a terminologia e a estrutura de classificação para a tecnologia de modelagem da informação da construção. Esta norma já foi adotada pela indústria brasileira de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (ABNT 15965:1, 2011).

Para Goes (2011), a existência de um sistema de classificação no Brasil assegura maior credibilidade para as informações do BIM, tendo em vista que cada objeto poderá conter um código, classificado de forma clara. Com isso, tem-se maior facilidade na elaboração de orçamentos, especificações, licitações, e ainda a interoperabilidade entre os sistemas, ferramentas e processos da construção civil.

2.6.4 BIM e Projetos de Infraestrutura

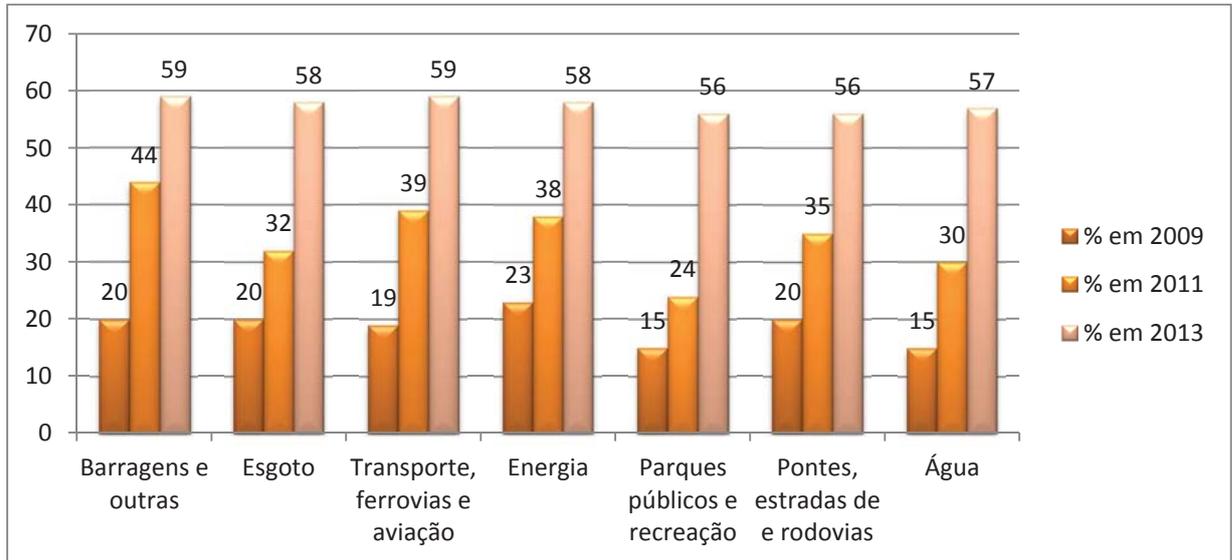
Nos últimos anos, o BIM se tornou um processo importante para a construção civil vertical, por dar suporte à formulação de estratégias que melhoram a produtividade e a rentabilidade. Os recursos para implantação de uma unidade de construção estão cada vez mais restritos, e a competitividade maior. Ou seja, um processo que consegue colaborar com a redução de erros, custos e tempo é altamente valorizado. Na área da construção horizontal, a utilização do BIM está apenas começando. O próprio termo BIM se direciona a edificações verticais. Se o processo BIM for aplicado a unidades de construção de infraestrutura, ele pode gerar documentos ricos em informações que facilitam e aumentam a eficiência do projeto. (MCGRAW_HILL CONSTRUCTION, 2012).

Com o conhecimento disponível sobre as vantagens que o BIM oferece para a construção vertical, está previsto o crescimento da utilização do BIM em projetos de infraestrutura, ratificado pela existência de um alto nível de complexidade envolvido nessa área. Nesse caso, o BIM pode se apresentar como uma solução para as grandes dificuldades inerentes a esse tipo de projeto. Além disso, os recursos tornam-se cada vez mais escassos, e as necessidades de melhorias de infraestrutura continuam a crescer, fazendo com que o segmento da indústria deva explorar alternativas de financiamento, o que, muitas vezes, recai sobre as Parcerias Público-Privadas (PPP). Porém esse tipo de contrato demanda uma ordem maior de clareza sobre as responsabilidades dos envolvidos, e o BIM, como um processo reconhecido na construção vertical que permite a interação de etapas e envolvidos, se torna importante para isso. Ou seja, quem adotar o BIM em projetos horizontais, com certeza, sairá na frente dos concorrentes, e todos os segmentos dependentes da infraestrutura poderão se valer dessa melhoria (MCGRAW_HILL CONSTRUCTION, 2012).

Uma pesquisa foi realizada pela McGraw_Hill Construction (2012), com empresas que atuam no segmento de obras de infraestrutura, e que já inseriram o conceito de BIM em alguns de seus projetos. Foi questionado qual o percentual de utilização do BIM por setor da

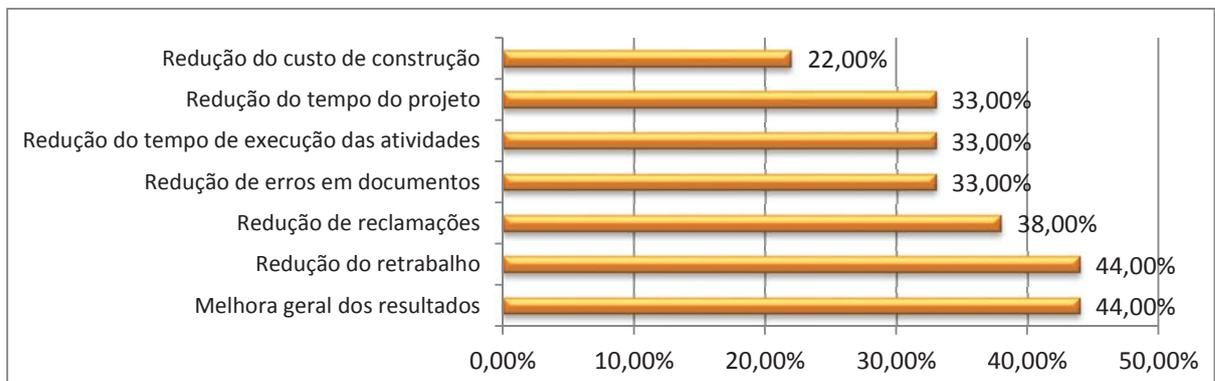
infraestrutura, no ano de 2009, 2011, e qual a previsão de utilização em 2013. A Figura 11 apresenta o resultado dessa pesquisa. A Figura 12 apresenta o resultado das principais vantagens verificadas com a implantação do BIM em obras de infraestrutura.

Figura 11: Utilização do BIM em obras de infraestrutura



Fonte: Adaptado de *McGraw_Hill Construction* (2012)

Figura 12: Benefícios da utilização do BIM em obras de infraestrutura



Fonte: Adaptado de *McGraw_Hill Construction* (2012)

Verifica-se, na Figura 11, o crescimento acelerado da utilização do BIM em obras de infraestrutura. Isso mostra que as experiências iniciais tiveram um alto grau de sucesso, e que o BIM é um processo com potencial para auxiliar nas unidades de construção horizontais.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

Uma pesquisa pode assumir a abordagem qualitativa ou quantitativa. A abordagem qualitativa é definida por Menezes e Silva (2005), como uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, uma união entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, a qual não pode ser retratada em números. A interpretação dos acontecimentos e a atribuição de significados são atividades básicas nesse processo de pesquisa. Esse tipo de abordagem não requer a utilização de métodos ou técnicas estatísticas, e o ambiente de pesquisa é o natural (já existente), sendo a fonte de coleta de dados. O pesquisador assume posição de instrumento-chave para o desenvolvimento das atividades, e os resultados são analisados indutivamente, tendo como principal foco a análise do processo e seu significado no universo da pesquisa. A abordagem quantitativa, por sua vez, é vista por Menezes e Silva (2005), como um processo que quantifica dados, ou seja, que explica opiniões e informações em números. Portanto, essa abordagem requer técnicas e recursos estatísticos.

Para E. Filho e Terence (2006), um pesquisador, quando busca resposta para a questão de seu trabalho através da abordagem qualitativa, não se preocupa com a representação numérica, estatística ou relação linear entre causa e efeito. Já a pesquisa quantitativa mede e analisa as relações causais entre as variáveis.

O presente estudo fez uso da abordagem qualitativa para a busca dos objetivos, análise da questão da pesquisa e verificação da hipótese.

3.2 Método de Investigação

Para a investigação e para o alcance dos objetivos de um trabalho, Lakatos e Marconi (2003), elencam métodos, os quais formam um conjunto de atividades sistemáticas e racionais, traçando uma linha condutora. Dentre os métodos existentes, podem ser citados os seguintes: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo e dialético.

Para esta pesquisa, foi utilizado o método indutivo, o qual tem por característica partir de dados particulares, de quantidade e qualidade satisfatória, com os quais se infere uma verdade geral ou universal. Ou seja, o método indutivo conduz a conclusões mais amplas comparadas às informações que serviram de base.

3.3 Etapas da Pesquisa

As etapas constituintes da pesquisa assumem a seguinte proposta:

1ª Etapa: Estudar a aplicação do BIM no contexto atual

Nesta etapa, procurou-se contextualizar o BIM, partindo da definição, caracterização e histórico do processo, verificação das normas e documentos oficiais que têm o BIM como objetivo principal. Buscou-se construir uma visão geral de como o BIM já vem sendo adequado para as obras de infraestrutura. Para o cumprimento dessa etapa, os materiais utilizados foram artigos, trabalhos, pesquisas e estudos de caso. Ou seja, caracterizou-se por uma pesquisa documental.

2ª Etapa: Definir o ciclo de vida das unidades de construção do sistema de infraestrutura energético - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas

O sistema energético é dividido em setores. A presente pesquisa trata o setor de geração de energia em mini e pequenas centrais hidrelétricas para aplicação do BIM. Como já mencionado, o BIM é um processo que une todas as etapas do ciclo de vida da unidade de construção. Portanto, a construção do ciclo de vida do setor de geração de energia em mini e pequenas centrais hidrelétricas foi uma forma de iniciar a investigação sobre a inserção do BIM nesse tipo de unidade de construção, bem como dos sistemas de infraestrutura de forma geral. Para o cumprimento desse objetivo, buscou-se uma empresa que atua no ramo de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas, com ligação direta as etapas do ciclo de vida desses sistemas.

Para a coleta de informações, foi escolhida a Cooperativa de Energia e Desenvolvimento Rural do Médio Uruguai Ltda. (Creluz). A Creluz atua em 36 municípios do norte do estado do Rio Grande do Sul (RS), realizando a distribuição de energia para 22 mil famílias, totalizando mais de 80 mil pessoas (CRELUZ, 2013). A cooperativa também atua no ramo de geração de energia, sendo esta a linha de pesquisa deste trabalho.

Atualmente, a Creluz possui o segmento de geração de energia elétrica focado em mini e pequenas centrais hidrelétricas, as quais são apresentadas no Quadro 6. A iniciativa de construção de todas as usinas foi da Creluz, portanto, uma equipe da Cooperativa participou

das etapas de projeto e execução. Hoje, a operação e a manutenção dessas unidades de construção também são de responsabilidade da Creluz.

Quadro 6: Relação das usinas hidrelétricas da Creluz

Nome da Hidrelétrica	Características
<p>PCH Fortaleza</p> 	<p>É o primeiro complexo de geração de energia, localizada na linha Capivara, município de Erval Seco – RS, com potência instalada de 800 kVA.</p>
<p>PCH Granja Velha</p> 	<p>É o segundo complexo de geração de energia, foi construída às margens do Rio Fortaleza, localizada na linha Granja Velha, município de Taquaruçu do Sul – RS, com potência instalada de 1000 kVA.</p>
<p>CGH do Braga</p> 	<p>É o terceiro complexo de geração de energia e está instalado no rio Braga no município de Cristal do Sul – RS, com potência instalada de Potência instalada de 510 KW.</p>
<p>CGH Cascata do Barreiro</p> 	<p>É o quarto complexo de geração de energia e está instalado no Rio Lajeado Grande na linha Passo Grande, no município de Novo Barreiro – RS, com potência instalada de 280 kVA.</p>
<p>CGH Moinho</p> 	<p>É o quinto complexo de geração de energia, instalado no rio Jaboticaba, no perímetro urbano do município de Novo Tiradentes – RS.</p> <p>Esta Usina possui capacidade para abastecer em torno de 650 famílias, sendo esta a demanda total do município. Potência instalada de 270 kW.</p>

Continuação

Nome da Hidrelétrica	Características
<p>CGH Carlos Bevilácqua</p> 	<p>É o sexto complexo de geração de energia e está instalado no rio Fortaleza na Linha Galvão, município de Seberi – RS. Potência instalada de 800 kW.</p>

Nessa etapa, para o levantamento de dados, fez-se uso de um instrumento de coleta, constituído por uma série ordenada de perguntas. Também, o instrumento entrevista fez parte da ferramenta utilizada. Tanto as perguntas, como as entrevistas, foram aplicadas aos coordenadores do setor de geração de energia da Cooperativa.

Inicialmente foi realizada a caracterização das unidades de construção, formando um questionamento preliminar à construção do ciclo de vida, isso através de 3 questões, sendo elas:

- 1) Existe demanda para o sistema de infraestrutura?
- 2) Quem utiliza o sistema de infraestrutura?
- 3) Quantos utilizam o sistema de infraestrutura?

A Figura 13 mostra, de forma gráfica, o questionamento preliminar.

Figura 13: Questionamento preliminar à construção do ciclo de vida do empreendimento



Fonte: Autor

Para o levantamento do ciclo de vida formulou-se um quadro, onde se uniram as fases do ciclo, as dimensões do BIM e as seguintes questões:

- 1) Atividade
- 2) Quem realiza?
- 3) Quais as informações necessárias para a atividade ser realizada?
- 4) Qual o resultante da atividade?
- 5) Qual o tipo de arquivo gerado?
- 6) O resultante da atividade é aprovado por algum órgão competente? Qual?

O Quadro 7 apresenta o quadro/questionário com as fases do ciclo de vida das unidades de construção dos sistemas de infraestrutura, as dimensões do BIM e as questões.

Através de entrevista com os coordenadores do setor de geração de energia elétrica da Creluz, pôde-se obter as respostas, concretizando assim a coleta de dados e a construção do ciclo de vida do sistema de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas.

Quadro 7: Quadro/questionário para coleta de informações do ciclo de vida

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO (WORD, PDF, ETC.)?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	2D						
	3D						
	4D						
	5D						
	6D						
	7D						
EXECUÇÃO	2D						
	3D						
	4D						
	5D						
	6D						
	7D						
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	2D						
	3D						
	4D						
	5D						
	6D						
	7D						
DESCARTE	2D						
	3D						
	4D						
	5D						
	6D						
	7D						

3ª Etapa: Pesquisar guias existentes para implantação do BIM no controle do ciclo de vida de unidades de construção

Esta etapa passou por uma pesquisa documental dos guias para implantação do BIM que atendem à demanda colocada pelas características do ciclo de vida das unidades de construção, focados nas dimensões 2D, 3D, 4D, 5D, 6D e 7D do BIM.

4ª Etapa: Propor uma modelagem para implantação do BIM nas unidades de construção do sistema de infraestrutura, gerando o *Building Infrastructure Information Modeling – BiiM*

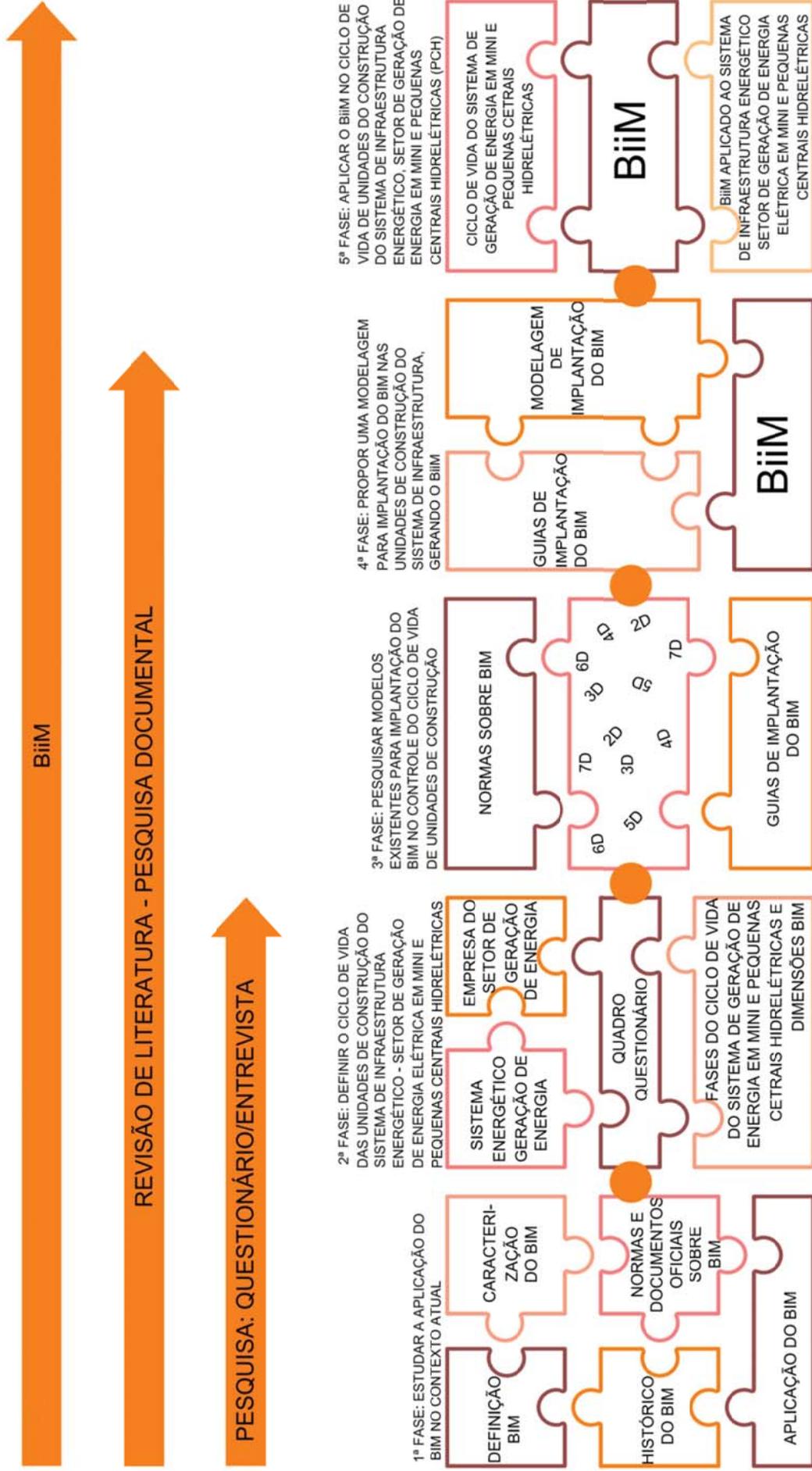
A partir dos guias pesquisados sobre a forma de implantação do BIM, fez-se a união das propostas colocadas nesses documentos e formulou-se uma modelagem que tem como característica inserir informações do ciclo de vida da unidade de construção, gerando o *Building Infrastructure Information Modeling – BiiM*.

5ª Etapa: Aplicar o BiiM no ciclo de vida de unidades do construção do sistema de infraestrutura energético, setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas (PCH)

Com o BiiM finalizado, inseriram-se os dados do ciclo de vida das unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia em mini e pequenas centrais hidrelétricas, na modelagem proposta. Dessa forma, concluiu-se a pesquisa, e deu-se o fechamento do método, que tem por característica partir de dados particulares, de quantidade e qualidade satisfatória, e a partir desses inferir uma verdade geral ou universal.

A Figura 14 apresenta as etapas do trabalho e sua composição no tempo.

Figura 14: Etapas do trabalho e a sua composição no tempo



Fonte: Autor

4 RESULTADOS

4.1 Definição do Ciclo de Vida de um Sistema de Infraestrutura

Um dos objetivos desta dissertação é a definição do ciclo de vida das unidades de construção do sistema de infraestrutura energético - setor de geração de energia em mini e pequenas centrais hidrelétricas. Para a realização deste objetivo, antes mesmo de ingressar no âmbito do ciclo de vida, seja ele de qualquer sistema de infraestrutura, devem ser respondidas três questões, as quais dão uma visão da abrangência do sistema. A Figura 13 apresenta essas questões. A primeira questão passa por uma análise do histórico de demanda e previsões de utilização. A segunda questão é a descrição da população que faz uso do serviço. E por fim, a terceira questão quantifica a população atendida.

Após essa análise inicial sobre a unidade de construção de infraestrutura, foi feito um diagnóstico das fases do ciclo de vida e das atividades pertencentes a cada uma delas. Neste trabalho, o ciclo de vida dos sistemas de infraestrutura foi tratado em quatro etapas, sendo elas: projeto, execução, operação/manutenção e desativação. Optou por dividir as fases conforme as dimensões colocadas pelo BIM.

A Figura 15 apresenta as fases do ciclo de vida da unidade de construção de infraestrutura, e as Figuras 16, 17, 18 e 19 apresentam as atividades genéricas que devem fazer parte do ciclo de vida das unidades de construção de infraestrutura, sendo estas divididas de acordo com as dimensões do BIM.

Figura 15: Ciclo de vida das unidades de construção de infraestrutura e dimensões do BIM



Fonte: Autor

Figura 16: Etapa de projeto do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM



Figura 17: Etapa de execução do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM



Figura 18: Etapa de operação/manutenção do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM



Figura 19: Etapa de desativação do ciclo de vida de unidades de construção de infraestrutura e as dimensões do BIM



Através das atividades descritas nas Figuras 16, 17, 18 e 19, consegue-se verificar as linhas de atuação que devem fazer parte do ciclo de vida de um sistema de infraestrutura de forma geral. As características específicas de cada sistema, possibilitam gerar os ciclos de vida individualizados de acordo com o segmento, o que será explicado no item 4.2, com as informações sobre o ciclo de vida de unidades de construção do sistema de infraestrutura energético – setor de geração de energia em mini e pequenas centrais hidrelétricas.

4.1.1 Ciclo de Vida de Unidades de Construção do Sistema de Infraestrutura Energético – Setor de Geração de Energia em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas

Através da metodologia descrita no item 3.3, levantaram-se as características do ciclo de vida de unidades de construção do sistema de infraestrutura energético – setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas. Para tanto, foram realizadas visitas à Creluz, e contato com os coordenadores do setor de geração de energia elétrica da Cooperativa. Na primeira visita, buscou-se conhecer as características da Creluz e, juntamente com os coordenadores do setor de geração de energia, formularam-se as respostas às três questões, as quais dão uma visão da abrangência do sistema de geração de energia em pesquisa. A Figura 20 mostra o resultado dessa atividade.

Figura 20: Respostas aos questionamentos preliminares à construção do ciclo de vida do empreendimento



As visitas posteriores tiveram o objetivo de buscar informações sobre as usinas hidrelétricas, dados que permitiram preencher o quadro/questionário conforme modelo constante no Quadro 7. Essas informações foram sendo compostas através de conversas com a coordenação do setor de geração de energia elétrica da Cooperativa. Esses dados, depois de organizados conforme o Quadro 7, formaram o ciclo de vida das unidades de construção de infraestrutura energético – setor de geração de energia em mini e pequenas centrais hidrelétricas, o qual é mostrado no Quadro 8. No levantamento desses dados, teve-se o cuidado de abranger os pontos frisados nas Figuras 16, 17, 18, 19, ou seja, atividades básicas que o BIM contempla em cada uma das dimensões do processo.

Quadro 8: Ciclo de vida de unidade de construção de sistema de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	2D	Pesquisar órgãos responsáveis pelas autorizações para viabilização do empreendimento	Proprietário e equipe técnica		Órgãos relacionados: ANEEL, FEPAM, IBAMA, DRH, ANA, IPHAN, FUNAI	Arquivo Texto, PDF	Não
		Registro para estudo de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas conforme procedimento da Resolução 393 da ANEEL.	Proprietário e equipe técnica	Qualificação do interessado; denominação do curso d'água e o número da bacia e da sub-bacia hidrográfica; objetivo do estudo; cópia de carta geográfica publicada por órgão oficial, com indicação do local do aproveitamento hidrelétrico; cronograma e condições técnicas de realização dos estudos; existência de estudos anteriores e a sua utilização; previsão de dispêndio com os estudos de inventário, o qual será auditado pela ANEEL, no caso de ressarcimento, com base nos custos finais.	Registro do estudo de inventário hidrelétrico	DWG, Arquivo Texto, PDF	ANEEL
		Confecção do Inventário Simplificado baseado na Resolução 393 da ANEEL.	Proprietário e empresa especializada	Dados do registro para estudo de inventário hidrelétrico; Mapas da região; fotografias aéreas e mapas cartográficos; dados topográficos; imagens de satélites; perfis do rio; sistema energético da região; dados hidrométricos observados pelas instituições oficiais; estudos hidrologicos caso já realizados na bacia; dados geológicos e geotécnicos, regionais e locais; dados ambientais regionais.	Inventário Simplificado	Arquivo Texto, PDF	ANEEL
		Estudo e avaliação da viabilidade da unidade de construção de infraestrutura	Proprietário e empresa especializada	Inventário Simplificado aprovado pela ANEEL.	Estudo da atratividade energético-econômica; arranjo simplificado do aproveitamento; avaliação simplificada do impactos ambientais; estudo dos custos aproximados de implantação; estudo econômico de atratividade da implantação da construção de infraestrutura	Arquivo Texto, PDF, DWG	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	2D	Levantamento de dados	Proprietário e empresa especializada	Estudo e avaliação da viabilidade da unidade de construção de infraestrutura	Dados: topográficos, geológicos e geotécnicos, fundações (sondagem), materiais de construção (tipos, qualidade, volumes), hidrológicos, ambientais.	Arquivo Texto, PDF, DWG	Não
		Estudos básicos	Proprietário e empresa especializada	Estudo e avaliação da viabilidade da unidade de construção de infraestrutura e dados levantados	Estudos: topográficos, geológicos e geotécnicos, hidrológicos, curva-chave, séries de vazões médias mensais, curvas de duração/permanência, vazões extremas, risco, vazões mínimas, ambientais, arranjo e tipo das estruturas alternativas, econômico-energéticos, de conexão da usina ao Sistema Interligado Nacional (SIN); de conexão da usina ao ponto de acesso da concessionária, linha de Transmissão e subestação, outorga de uso da água, do patrimônio histórico e cultural, impacto do empreendimento sobre as comunidades indígenas, das leis municipais para implantação da obra, custos.	Arquivo Texto, PDF, DWG	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	3D	Projeto básico do canteiro de obras	Empresa especializada	Documentação da dimensão 2D e projetos básicos (civil, mecânico e elétrico)	Projeto básico contemplando: instalações industriais, oficinas, escritórios, alojamentos.	Arquivo de texto, PDF, DWG	Prefeituras
		Projeto básico ambiental	Empresa especializada	Documentação da dimensão 2D e projetos básicos (civil, mecânico e elétrico)	Projeto contemplando: EIA – Estudos de impacto ambiental e RIMA – Relatório de impactos sobre o meio ambiente	Arquivo de texto, PDF, DWG	Não
		Obtenção da licença previa – LP junto ao órgão ambiental	Proprietário e empresa especializada	EIA e RIMA	Obtenção da Licença previa – LP	Arquivo de texto, PDF, DWG	Órgão Ambiental (no RS a FEPAM)
		Apresentação dos projetos básicos para a ANEEL	Proprietário e empresa especializada	Projetos básicos e Licença Previa – LP	Aprovação dos projetos básicos	Arquivo de texto, PDF, DWG	ANEEL
		Projeto referente ao patrimônio histórico e cultural	Empresa especializada	Documentação da dimensão 2D e projetos básicos	Obter portaria do IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, autorizando o acompanhamento de responsável	Arquivo de texto, PDF, DWG	IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
		Projeto de impacto do empreendimento sobre as comunidades indígenas (se o empreendimento estiver localizado em um raio de 10 km, no caso de usinas ou 5 km, no caso de linha de transmissão)	Empresa especializada	Documentação da dimensão 2D e projetos básicos	Anuência de comunidades indígenas	Arquivo de texto, PDF, DWG	FUNAI – Fundação Nacional do Índio
		Projeto básico fundiário	Proprietário e empresa especializada	Documentação da dimensão 2D e projetos básicos	DUP – Declaração de Utilidade Pública das áreas necessárias (barragem, casa de máquinas, túnel ou canal, canteiros de obras, áreas do lago, áreas de APP – Área de Preservação Ambiental, linha de transmissão, subestação)	Arquivo de texto, PDF, DWG	ANEEL

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO		Obtenção da outorga de uso da água	Empresa especializada	Documentação da dimensão 2D e projetos básicos	Obter autorização para uso da água	Arquivo de texto, PDF, DWG	DRH – Departamento de Recursos Hídricos, quando o projeto for estadual ou ANA – Agência Nacional das Águas, quando for interestadual
	3D	Aprovação do projeto básico de conexão da usina ao ponto de acesso da concessionária e projeto básico da Linha de Transmissão – LT e Subestação Comfeção dos projetos executivos (civil, mecânico, elétrico, canteiro de obras, ambiental)	Empresa especializada	Autorização para a conexão da usina ao SIN – ANEEL, e conhecimento das condições técnicas e comerciais para o acesso	Autorização para a conexão da usina ao ponto de acesso da concessionária	Arquivo de texto, PDF, DWG	Concessionária de energia
			Empresa especializada	Documentação da dimensão 2D e projetos básicos	Finalização dos projetos para o início da execução	Arquivo de texto, PDF, DWG	

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	4D	Estudo de planejamento da construção e montagem, visando estabelecer o cronograma de implantação da unidade de construção de infraestrutura	Proprietário e equipe técnica	Documentação da dimensão 2D e dimensão 3D	Estudos prévio de planejamento da construção e montagem	Arquivo de texto, PDF, DWG	Não
		Estudo de desvio do rio	Proprietário e equipe técnica	Documentação da dimensão 3D e estudo de planejamento da construção e montagem	Esquema de desvio do rio, em função dos aspectos topográficos, hidrológicos e geológico-geotécnicos de implantação da unidade de construção de infraestrutura	Arquivo de texto, PDF, DWG	Não
		Planejamento da construção - sequencia construtiva	Proprietário e equipe técnica	Documentação da dimensão 2D e dimensão 3D	<p>Cronograma de Implantação da construção de infraestrutura, com:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinação da produtividade de execução dos serviços das obras civis no tempo; - Estudos dos materiais (origem e destino); - Estudos de logística de implantação, que abrange a identificação das procedências e o fluxo de todos os materiais de construção necessários, bem como produtos e equipamentos a serem trazidos para a obra e lá manuseados, utilizados ou processados; - Dimensionamento da mão-de-obra a ser utilizada na construção; - Planejamento do canteiro de obras (item posterior irá contemplar descrição detalhada); - Esquemas de acesso à obra; - Descrição do fornecimento de energia elétrica à obra; - Descrição do sistema de telecomunicações - Definição da produção local de materiais e de alimentos. 	Arquivo de texto, PDF, DWG	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ORGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	4D	Planejamento da área do canteiro de obras	Proprietário e equipe técnica	Documentação da dimensão 2D e dimensão 3D	<p>Planejamento de implantação do canteiros de obras, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reservatório de água potável; - Reservatório de água industrial; - Escritórios diversos e depósitos; - Almoxarifados específicos; - Refeitório; - Posto de saúde/enfermaria; - Estacionamentos; - Subestação de energia elétrica do canteiro; - Central de britagem e de concreto; - Areas para pilhas de estoque de agregados; - depósito de cimento; - Pátio de tubulação; - Pátio de carpintaria; - Pátio de armação; - Pátios de pré-moldados; - Pátios de estocagem e de pré-montagem; - Instalação de ar comprimido; - Oficina mecânica. 	Arquivo de texto, PDF, DWG	

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?;	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?;	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?;
PROJETO		Orçamento para implantação da unidade de construção de infraestrutura	Proprietário e equipe de técnica	Documentação da dimensão 2D, 3D, 4D	Orçamento para implantação da construção de infraestrutura	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	5D	Análise financeira da unidade de construção de infraestrutura	Proprietário e equipe técnica	Documentação da dimensão 2D, 3D, 4D e orçamento para implantação da unidade de construção de infraestrutura	Análise financeira do empreendimento e construção do fluxo de caixa, considerando o orçamento e as seguintes variáveis: <ul style="list-style-type: none"> - Horizonte de planejamento; - Receita de venda de energia; - Custos anuais de operação e manutenção; - Despesa financeira; - Impostos; - Encargos de transmissão; - Seguros; - Contribuição social; - Imposto sobre a renda (IR); - Investimento fixo; - Amortização; - Valor residual; - Taxa de desconto. 	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ORGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	6D	Confeção de <i>Check-list</i> para manutenção preventiva	Proprietário e equipe técnica	Documentação da dimensão 2D, 3D, 4D, 5D	<i>Check-list</i> para manutenção preventiva, incluindo cronograma de realização de tarefas, e os seguintes itens a serem revisados: - Reservatório; - Barragem de terra; - Barragem de concreto e vertedouro; - Canal adutor; - Tomada d'água; - Conduto forçado; - Casa de força e instalações; - Subestação.	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ORGÃO COMPETENTE? QUAL?
PROJETO	7D	Verificar a segurança e sustentabilidade da unidade de construção de infraestrutura	Proprietário e equipe técnica	Documentação da dimensão 2D, 3D, 4D, 5D, 6D	Inserção de conceitos para garantir saúde e segurança dos envolvidos, e a sustentabilidade em todas as outras dimensões do BIM, sendo isso baseado em normas, regulamentos e políticas.	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ORGÃO COMPETENTE? QUAL?	
EXECUÇÃO		Verificação da validade das licenças dos órgãos responsáveis	Proprietário e equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto	Obtenção de licenças válidas	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	2D	Definição dos executores	Proprietário	Documentação gerada na fase de projeto	Contratação dos executores	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	3D	Atualização dos projetos executivos (civil, mecânico, elétrico, canteiro de obras, ambiental)	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto	Projetos executivos atualizados	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	4D	Compatibilização do cronograma proposto na fase de projeto com o processo real	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto	Cronograma atualizado	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	5D	Compatibilização do orçamento proposto na fase de projeto com o processo real	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto	Orçamento atualizado	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	6D	Compatibilização do Check-list de manutenção preventiva construído na fase de projeto com o processo real	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto	Check-list para manutenção preventiva atualizado	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	7D	Verificação do cumprimento das ações referentes a segurança e sustentabilidade da construção de infraestrutura	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto	Enquadramento da construção de infraestrutura nas normas e regulamentos	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?	
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO		Verificação da validade das licenças dos órgãos responsáveis	Proprietário e equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto e execução	Obtenção de licenças válidas	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	2D	Pedido para entrada em operação	Proprietário e equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto e execução	Início da operação do sistema da unidade de construção de infraestrutura	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	3D	Atualização dos projetos <i>as-built</i> após mudanças ou manutenções	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto e execução	Projetos <i>as-built</i> atualizados	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	4D	Controle e verificação do cronograma de manutenção preventiva	Equipe de operação	Documentação gerada na fase de projeto e execução	Cronograma atualizado	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	5D	Orçamento de custos de operação e manutenção	Equipe de operação	Documentação gerada na fase de projeto e execução	Orçamento atualizado	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	6D	Compatibilização do <i>Check-list</i> de manutenção preventiva construído na fase de projeto com o processo real	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de execução	Check-list para manutenção preventiva atualizado	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
		Controle e detalhamento das manutenções corretivas	Equipe de operação e manutenção	Projetos <i>as-built</i> atualizados	Dados sobre os locais e sistemas que tiveram a necessidade de manutenção corretiva	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	7D	Verificação do cumprimento das ações referentes a segurança e sustentabilidade da construção de infraestrutura	Equipe técnica	Documentação gerada na fase de projeto	Enquadramento da construção de infraestrutura nas normas e regulamentos	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?	
DESATIVÇÃO	2D	Providenciar licenças dos órgãos responsáveis para desativação de sistemas e instalações	Proprietário e equipe de operação, manutenção e técnica	Documentação gerada na fase de projeto, execução, operação e manutenção	Obtenção de licenças para desativação	DWG, Arquivo Texto, PDF	Sim (FEPAM, PREFEITURAS, ANEEL)	
		Definição dos executores para desativação	Proprietário	Documentação gerada na fase de operação e manutenção	A execução da desativação	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não	
	3D	Projeto de desativação	Proprietário, equipe de operação e manutenção e equipe técnica	Documentação gerada na fase de execução e operação e manutenção	Projeto de desativação, incluindo: - Determinação da produtividade de execução da demolição no tempo; - Estudos para destino dos materiais; - Estudos de logística de demolição, que abrange a identificação das procedências e o fluxo de todos os materiais de necessários, bem como produtos e equipamentos a serem trazidos para o local e lá manuseados, utilizados ou processados; - Dimensionamento da mão-de-obra de diversas categorias a ser utilizada; - Esquemas de acesso à unidade de construção de infraestrutura;	Projeto de desativação, incluindo: - Determinação da produtividade de execução da demolição no tempo; - Estudos para destino dos materiais; - Estudos de logística de demolição, que abrange a identificação das procedências e o fluxo de todos os materiais de necessários, bem como produtos e equipamentos a serem trazidos para o local e lá manuseados, utilizados ou processados; - Dimensionamento da mão-de-obra de diversas categorias a ser utilizada; - Esquemas de acesso à unidade de construção de infraestrutura;	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não

Continuação

FASE	DIMENSÃO BIM	ATIVIDADE	QUEM REALIZA?	QUAIS AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DA ATIVIDADE?	QUAL O RESULTANTE DO TIPO DE ARQUIVO GERADO?	O RESULTANTE DA ATIVIDADE É APROVADO POR ALGUM ÓRGÃO COMPETENTE? QUAL?
DESATIVACÃO	4D	Planejamento do cronograma do processo, de acordo com o projeto de desativação	Equipe técnica	Projeto de desativação	Cronograma atualizado	DWG, Arquivo Texto, PDF	Não
	5D	Orçamento dos custos de desativação	Equipe técnica	Projeto de desativação	Orçamento para execução da demolição	DWG, Arquivo Texto, PDF	
	6D	Controle e detalhamento das desativações parciais, durante as manutenções	Equipe de operação e manutenção	Documentação gerada na fase de projeto, execução, operação e manutenção, e projeto de desativação	Manier atualizada as informações sobre as características e funcionalidades dos sistemas e instalações	DWG, Arquivo Texto, PDF	
	7D	Verificação do cumprimento das ações referentes a segurança e sustentabilidade da unidade de construção de infraestrutura	Equipe de operação e manutenção	Documentação gerada na fase de projeto, execução, manutenção e operação, projeto de desativação.	Enquadramento da construção de infraestrutura nas normas e regulamentos	DWG, Arquivo Texto, PDF	

4.1.2 Considerações Finais sobre o Levantamento do Ciclo de Vida de Unidades de Construção de Infraestrutura Energético – Setor de Geração de Energia em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas

No levantamento dos dados, observou-se que há limitações na organização de dados e informações, que compõe o ciclo de vida das unidades de construção. As informações estão presentes no dia-a-dia das instituições públicas e privadas, porém não existe um banco de dados comum para auxiliar os envolvidos no processo. Isso torna fragmentado o processo de concepção das unidades de construção.

Quando uma demanda surge, busca-se suprir essa necessidade sem considerar outras que estão por vir. Essa forma de condução do processo torna vulneráveis as futuras demandas. Para superar essa fragilidade é necessário um planejamento de todas as atividades, ou pelo menos a visualização de todas as linhas a serem percorridas durante o ciclo de vida. No momento em que se tem essa visualização ampla do processo, pode-se verificar os riscos e os pontos falhos, deixando claras, para os interessados e envolvidos, as questões que devem receber maior atenção. Assim, pode-se evitar um colapso na atividade e nas outras dependentes desta.

A linha de condução para a construção do ciclo de vida de unidade de construção é um ponto importante para extrair-se o máximo de informações que descrevem o sistema. Caso as informações não estejam alinhadas e entrelaçadas, os dados não oferecerão uma visão real do sistema. A montagem do ciclo de vida baseado nas dimensões do BIM proporciona uma condução lógica do processo e garante que as informações sejam relevantes. Observou-se, também, durante a busca de informações do ciclo de vida, que a divisão das dimensões do processo BIM proporcionou aos entrevistados clareza na forma de organização dos dados. A metodologia aplicada para a construção do ciclo de vida supriu as necessidades, portanto teve-se êxito neste objetivo.

4.2 Guias para Implantação do BIM

No item 2.6.2, foram apresentadas normas do BIM e históricos de alguns países na utilização desse processo. Verificou-se também que a abordagem da modelagem de implantação do BIM está descrita em guias. O objetivo deste item é apresentar as modelagens existentes para implantação desse, as quais deram base para a confecção da modelagem proposta nesta dissertação. O Quadro 9 apresenta a relação dos guias com modelagens para implantação do BIM, os quais são analisados nos itens posteriores.

Quadro 9: Guias para implantação do BIM

Nome	Ano	País
<i>National Guidelines for Digital Modeling</i> (CRC CONSTRUCTION INNOVATION, 2009)	2009	Austrália
<i>General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology and Case Studies</i> (NIST, 2007)	2007	Estados Unidos
<i>The Contractor's Guide to BIM</i> (AGCA, 2006)	2006	Estados Unidos
<i>National Building Information Modeling Standard</i> (NBIMS, 2007)	2007	Estados Unidos
<i>BIM Project Execution Planning Guide</i> (SMITH et al., 2011)	2011	Estados Unidos

4.2.1 *National Guidelines for Digital Modeling*

Este guia é resultado de uma série de publicações sobre BIM, realizadas pela *Cooperative Research Centre (CRC)*, uma associação de empresas e representantes do setor da construção civil da Austrália. A CRC está coligada com a *Queensland University of Technology* e tem subordinação ao programa de pesquisas do governo australiano na área de tecnologias, ferramentas e sistemas de gestão para melhorar a eficiência da indústria da construção.

As primeiras seções do guia dão orientações e uma visão geral do BIM, mostrando como a utilização do processo afeta o modo atual de trabalho, e o que é necessário para mudar esse padrão, visando a troca por um modelo baseado em um ambiente colaborativo. O manual adota padrões abertos, como o IFC - um mecanismo para apoiar os novos processos e tornar as informações disponíveis para os gestores de projetos. Também são apresentados conceitos de modos de colaboração digital, modelos e níveis de detalhe. Todas essas informações são

relevantes para os proprietários, gerentes e líderes de projeto, bem como usuários diretos do BIM.

As seções finais do guia fornecem recomendações para a criação da modelagem, destacando os aspectos vinculados à prática e que são de interesse dos profissionais responsáveis pelo projeto. Apresentam orientações técnicas que podem ser utilizadas em campo. Essas orientações estão embasadas em seis estudos de caso, incluindo um resumo dos aprendizados sobre a implantação do BIM em projetos de construção australianos.

Este guia também apresenta a identificação de ações que devem ser implantadas e disseminadas na indústria da construção. São elas: compatibilização do BIM com as características locais; criação de um modelo de classificação adequado aos materiais disponíveis; definição de processos; e criação de um padrão nacional para o compartilhamento de dados entre todos os participantes no processo de instalação e desenvolvimento da unidade de construção.

4.2.2 General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology and Case Studies

Este guia inicia suas orientações deixando clara a necessidade de aprimoramento das técnicas de formulação de projetos, tendo em vista a grande quantidade de erros existentes na linha do cronograma e orçamento. O guia afirma que ainda se gasta muito tempo na busca de informações que deveriam ser de fácil acesso a todos os envolvidos. O guia destaca a importância da sincronização de informações, ou seja, o acesso fácil por todos os envolvidos, permitindo um grau de integração e de automação elevado aos processos e a todas as fases de todo o ciclo de vida de um processo, sistema ou construção.

O objetivo específico do guia é ajudar os usuários, desenvolvedores de projetos e de sistemas de informação na indústria de construção em geral, visando ao bom uso de tecnologias avançadas do sistema de comunicação e compartilhamento de informações. O documento também apresenta seis estudos de caso sobre criação de projetos que utilizam técnicas de compartilhamento de informações, e uma metodologia para alcançar o sucesso no que diz respeito à implantação de tecnologias de informação. Para isso, sugere uma abordagem híbrida, ou seja, a utilização de mais de uma técnica, visando atender às diferentes necessidades das empresas.

4.2.3 *The Contractor's Guide to BIM*

Este guia é destinado a auxiliar o início do uso do BIM em projetos e construções virtuais. O guia está direcionado para edifícios, porém o próprio documento também apresenta informações aplicáveis a todos os tipos de construção.

Este documento está dividido em cinco tópicos. Inicialmente faz introdução e define o BIM; em seguida, apresenta as ferramentas BIM; descreve como o BIM deve ser conduzido; mostra as responsabilidades no seu uso; e, por fim, apresenta um conteúdo sobre gestão de riscos.

Na introdução e definição do BIM, o guia identifica benefícios aos contratantes, como capacidade de detectar colisões através da visualização 3D, menor quantidade de erros na execução, capacidade de simulação de diferentes cenários, entre outros.

Em relação às ferramentas, é feita uma abordagem sobre a alternativa da conversão dos projetos em 2D para o modelo 3D, usando BIM, além de união dessas informações com o processo global a ser construído.

A documentação faz menção à condução do processo, incluindo informações sobre a equipe, configuração do projeto e definição do software.

Sobre as responsabilidades, o guia alerta que a forma de concepção do projeto pode acabar determinando um caminho diferente com a adoção do BIM, porém as responsabilidades e atividades a serem desenvolvidas pelos profissionais continuam as mesmas.

No que diz respeito à gestão de riscos, o guia discute as questões de direitos sobre o acesso às informações, bem como o controle que deve haver para os processos de auditoria, visando conservar as responsabilidades dos participantes do processo.

4.2.4 *National Building Information Modeling Standard (NBIMS)*

A NBIMS tem como visão melhorar o planejamento, o projeto, o processo de construção, operação e manutenção, utilizando um modelo de informações acessível a todos os envolvidos, e utilizável em todo o ciclo de vida da unidade de construção. A interoperabilidade é a forma que o guia recomenda para obtenção da interação das informações entre as etapas do ciclo de vida.

4.2.5 BIM Project Execution Planning Guide

Este guia foi desenvolvido para fornecer um manual prático que pode ser usado por equipes de projeto para planejar sua estratégia na implantação do BIM. O guia está dividido em oito capítulos:

- Capítulo I: Visão geral do processo de planejamento para implantação do BIM
- Capítulo II: Identificação dos objetivos e usos do BIM no projeto
- Capítulo III: Elaboração do processo de execução do projeto BIM
- Capítulo IV: Desenvolvimento das formas de troca de informações
- Capítulo V: Definição da infraestrutura de apoio para implementar o BIM
- Capítulo VI: Implantação do processo de execução do BIM
- CAPÍTULO VII: Planejamento para implantação do BIM em organizações
- Capítulo VIII: Conclusões e recomendações

Este guia expõe, de forma clara e objetiva, como a implantação do BIM deve acontecer. O guia também propõe o preenchimento de um documento, o qual vai mostrando os passos desse processo. É um material de fácil entendimento

4.2.6 Considerações Finais sobre os Guias para Implantação do BIM

Como resumo dos guias existentes sobre a implantação do BIM, tem-se um consenso de que todas as informações devem ser padronizadas e disponibilizadas em um banco de dados comum. Essa forma de condução do processo gera a colaboração de diferentes profissionais, em distintas fases do ciclo de vida de uma unidade de construção, sistema ou processo, os quais podem inserir, extrair, atualizar ou modificar as informações do modelo. Porém, a implantação dessa padronização requer planejamento detalhado e modificações na equipe. Dessa forma, os envolvidos podem fazer uso das informações disponíveis e alcançar êxito na implantação do BIM.

4.3 Building Infrastructure Information Modeling - BiiM

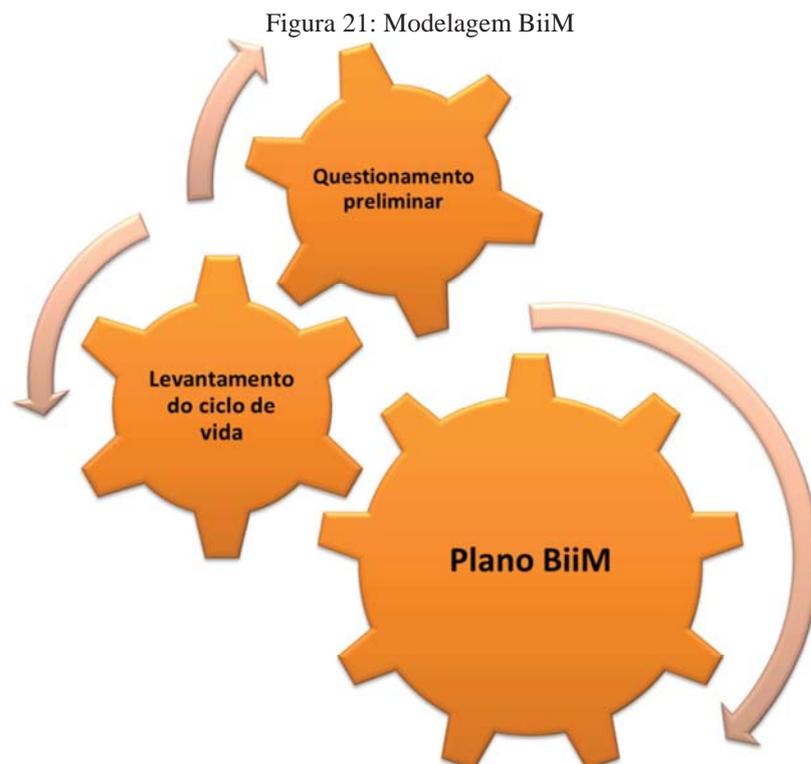
Inserir o BIM no desenvolvimento de projetos requer da equipe um plano de execução da implantação do processo, o qual se resume a uma modelagem. A modelagem proposta para o *Building Infrastructure Information Modeling* – BiiM segue um fluxo de atividades divididas em três passos:

I – Questionamento preliminar sobre a unidade de construção de infraestrutura: com o auxílio dos questionamentos preliminares, os quais estão descritos na Figura 13, é possível obter-se uma visão da abrangência do sistema. Essa caracterização é o primeiro passo da modelagem proposta.

II – Levantamento do ciclo de vida: no segundo passo da modelagem, tem-se o levantamento dos dados do ciclo de vida da unidade de construção de infraestrutura, com auxílio do quadro/questionário apresentado no Quadro 7.

III – Plano BiiM: o terceiro passo é a inserção dos dados do ciclo de vida no Plano BiiM. Esse Plano apresenta a visão global do processo e o caminho que a equipe deve seguir ao longo do ciclo de vida do sistema de infraestrutura. No item 4.3.1, o Plano BiiM será detalhado.

A Figura 21 apresenta a modelagem BiiM.



Fonte: Autor

4.3.1 O Plano BiiM

O Plano BiiM proposto é baseado em informações e define o âmbito de aplicação do BiiM na unidade de construção de infraestrutura. O Plano também auxilia na identificação do fluxo do processo para as tarefas, define a forma de troca de informações entre os envolvidos e descreve o suporte necessário para apoiar a sua implantação.

Dividiu-se o Plano BiiM em quatro etapas: identificação dos objetivos e usos do BiiM adequados, unidade de construção de infraestrutura; elaboração do processo de execução do BiiM; definição do controle da transferência de informações; e identificação do suporte de apoio para implementar o BiiM. A seguir, tem-se, de forma geral, a descrição dessas quatro etapas:

I - Identificação dos objetivos e usos do BiiM adequados, unidade de construção de infraestrutura: passo do processo que apresenta o potencial de aplicação do BiiM no projeto e sua importância para os membros da equipe, através da definição dos objetivos e pontos globais de a implementação do mesmo. Com a clara definição dos objetivos, pode-se melhorar o desempenho e alcançar o esperado do projeto, além de incluir outras vantagens, como a redução da duração do cronograma, maior produtividade no campo, aumento da qualidade, redução dos custos em retrabalhos, e, ainda, obtenção de dados operacionais importantes para a instalação. Os objetivos também podem estar ligados a metas relacionadas com o avanço das capacidades dos membros da equipe do projeto, por exemplo, a interação das informações entre projeto, construção e operação. Uma vez definidos os objetivos e as metas, tanto do ponto de vista do projeto quanto das perspectivas da equipe e do proprietário, as linhas de atuação do BiiM podem ser desenvolvidas.

II - Elaboração do processo de execução do BiiM: Uma vez identificadas as linhas de atuação do BiiM pela equipe, é necessário um planejamento da implementação e atendimento aos objetivos. Esse planejamento é dividido em dois níveis: no primeiro deles gera-se uma relação de necessidades técnicas que permitem aos envolvidos como os processos de trabalho de um interagem com os processos realizados por outros membros, formando assim a integração entre os profissionais e, conseqüentemente, a equipe de trabalho. No segundo nível, realiza-se um desenvolvimento mais detalhado, com a definição das características e definição dos dados a serem utilizadas pela equipe.

III - Definição do controle da transferência de informações: Uma vez desenvolvidas as linhas da modelagem, as trocas de informações que ocorrem entre os participantes da equipe de trabalho devem ser claramente identificadas. Isso é importante para que os membros, em especial o autor e o receptor das informações, possam compatibilizá-los ao cronograma de atividades.

IV - Identificação do suporte de apoio para implementar o BiiM: A equipe deve identificar o suporte necessário para apoiar a modelagem BiiM. Isso inclui a definição das informações a serem geradas bem como a forma de entrega das mesmas, dos procedimentos de comunicação e da infraestrutura tecnológica de comunicação.

4.3.2 A Construção do Plano BiiM

Para a construção do Plano BiiM, são necessários os fundamentos das quatro etapas descritas no item 4.3.1, que podem ser detalhadas:

I - Identificação dos objetivos e usos do BiiM adequados, unidade de construção de infraestrutura: nesta fase, tem-se inicialmente a percepção ou definição de uma demanda existente no campo de unidades de construção do sistema de infraestrutura. Depois, definem-se as fases do ciclo de vida da unidade de construção, informação denominada no Plano de Fase do Ciclo de Vida. A partir desse momento, tem-se a divisão das fases do ciclo de vida nas dimensões 2D, 3D, 4D, 5D, 6D e 7D, propostas pelo BIM, ou seja, a chamada Dimensão BiiM. Com as etapas do ciclo de vida definidas e divididas nas dimensões BIM, ocorre o detalhamento através dos elementos que descrevem os objetivos a serem cumpridos, ou seja, a atividade a ser realizada em cada uma das dimensões BIM, sendo isso definido no Plano BiiM como Objetivo.

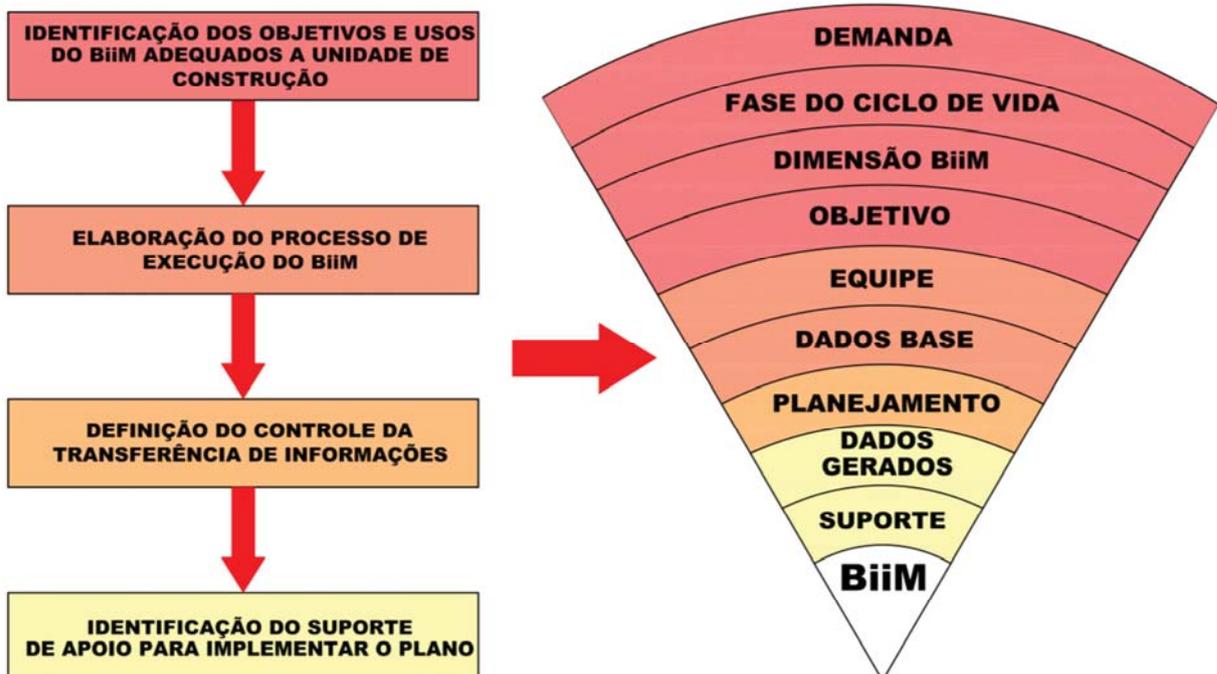
II - Elaboração do processo de execução do BiiM: nesta fase, são definidos os envolvidos no processo, formando uma equipe, a qual irá iniciar suas atividades na busca de informações sobre o assunto, visando embasar as etapas posteriores do processo. A informação que descreve os envolvidos é definida no Plano como Equipe, e as informações para o cumprimento dos Objetivos são nomeadas como Dados Base.

III - Definição do controle da transferência de informações: com o envolvimento de uma equipe na busca do objetivo maior, os profissionais criam dependências entre si, já que cada um traz conhecimentos e informações que se entrelaçam e servem para a equipe, de forma global. Para tanto, é necessário que sejam definidos prazos para o cumprimento dos Objetivos do Plano BiiM, sendo o planejamento o enfoque dessa linha. A formação dessa linha do Plano é nomeada como Planejamento e define o tempo para a execução do Objetivo.

IV - Identificação do suporte de apoio para implementar o BiiM: nesta etapa, são definidos quais os dados que devem ser gerados para contemplar e suprir a demanda inicial, além de como esses serão tratados e compartilhados com o banco de dados do projeto, conseqüentemente, com toda a equipe. Deverá ser definido o tipo de arquivo gerado, denominado no Plano como Dados Gerados, e a forma de compartilhamento desses dados, ou seja, o que é definido como Suporte.

Propõe-se para a organização das informações do Plano BiiM, um esquema em forma de círculo, o qual consegue transmitir o sentido de ciclo. A Figura 22 apresenta as etapas do Plano BiiM juntamente com o esquema proposto para a sua representação.

Figura 22: Plano BiiM



Fonte: Autor

4.3.3 Considerações Finais sobre o BiiM

O BIM é um processo que está em evidência, e há muitos pesquisadores estudando o assunto. Porém, os conhecimentos que se têm sobre esse tema são ainda superficiais, especialmente no que se refere às modelagens existentes e sua implantação. Existe um referencial teórico, o qual falta ser transportado para a prática. A modelagem BiiM proposta apresenta linhas definidas daquilo que se busca no processo. Pontuou-se, de forma direta, uma maneira de compatibilizar, trocar e organizar informações, um processo iniciado através da caracterização da unidade de construção, passando pela construção do ciclo de vida, baseado nas dimensões 2D, 3D, 4D, 5D, 6D e 7D, e, por fim, inserindo esses dados no Plano BiiM.

A modelagem proposta é baseada em informações, portanto o momento da extração das mesmas é que define se o processo de implantação do BiiM terá êxito ou não. Também a fase de busca de dados já vai mostrar para os envolvidos uma nova forma de trabalho, na qual as informações são a essência, juntamente com o seu compartilhamento.

4.4 BiiM e Unidades de Construção do Sistema de Infraestrutura Energético Brasileiro - Setor de Geração de Energia Elétrica em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas

Para aplicar o BiiM em unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas, seguiu-se a modelagem proposta no item 4.3, contemplando os três passos descritos a seguir:

I – Questionamento preliminar sobre a unidade de construção de infraestrutura: no item 4.1.1 foi feita a caracterização preliminar do sistema de infraestrutura energético pesquisado. Esse passo é contemplado pelas informações constantes na Figura 20.

II – Levantamento do ciclo de vida: O levantamento do ciclo de vida das unidades de construção conforme procedimento descrito no item 4.1.1 contempla as informações necessárias a esse passo, e o Quadro 8 apresenta, de forma detalhada, esses dados.

III – Plano BiiM: As informações a serem inseridas no Plano BiiM vêm do ciclo de vida da unidade de construção. O segundo passo da modelagem BiiM contempla o ciclo de vida de unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas. Esse levantamento ser de base para o Plano BiiM. A seguir é feita a descrição das etapas do Plano BiiM e as informações que o completam.

A primeira etapa do Plano BiiM, definida como **Identificação dos Objetivos e Usos do BiiM Adequados Unidade de Construção de Infraestrutura**, inicia-se pela definição da demanda, ou seja, a construção de uma mini ou pequena central hidrelétrica. De posse dessa informação, definem-se as fases do ciclo de vida desse tipo de unidade de construção. As informações do ciclo de vida a serem inseridas na modelagem encontram-se no item 4.1 e no Quadro 8 desta dissertação, o qual demonstra o ciclo de vida pesquisado das unidades de construção do sistema de infraestrutura energético brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas. Chegou-se à conclusão de que o ciclo de vida dessas unidades de construção se inicia na fase de projeto, segue para a execução, depois para a fase de operação/manutenção e, por fim, para a desativação. Em cada uma das fases, têm-se as dimensões propostas (2D - documentação, 3D - desenhos, 4D - planejamento, 5D - orçamento, 6D - manutenção e 7D - segurança e sustentabilidade), e a partir de cada dimensão são derivados os objetivos a serem alcançados, os quais estão descritos na coluna ATIVIDADE do Quadro 8, que demonstra o ciclo de vida levantado. Dessa forma, as informações da primeira etapa do Plano BiiM são contempladas.

A segunda etapa, a **Elaboração do Processo de Execução do BiiM**, inicia-se na construção da equipe que fará parte do desenvolvimento das atividades. No contexto de mini e pequenas centrais hidrelétricas, tem-se inicialmente uma equipe técnica, que executa a fase de projeto. Durante a fase de execução, outra equipe técnica e um grupo oferecem suporte para suprir as atividades próprias da execução. Na fase de operação/manutenção, equipes de profissionais diferentes daqueles das duas primeiras fases são necessários. Na fase de desativação um outro grupo vai conduzir as atividades. A coluna QUEM REALIZA, do Quadro 8, contempla essas informações.

Na terceira etapa, realiza-se a **Definição do Controle da Transferência de Informações** e geram-se prazos para o cumprimento dos objetivos, estipulados pelas equipes técnicas juntamente com o proprietário da unidade de construção. Dessa forma, unem-se dados com embasamento técnico e objetivos dos investidores. Os prazos para o cumprimento dos objetivos são variáveis, mesmo que o objetivo final seja o mesmo. Isso se deve às

características das unidades de construção, às características do local de implantação, e a outros fatores, como mão-de-obra, recursos, clima. São esses fatores que definem o tempo de execução das atividades. Esta pesquisa realizada sobre o ciclo de vida das mini e pequenas centrais hidrelétricas não chegou a uma conclusão sobre o tempo para desenvolvimento de cada um dos objetivos, tendo em vista a desconsideração dessa variável pela empresa durante o desenvolvimento das atividades.

A quarta e última etapa, realiza-se a **Identificação do Suporte de Apoio para Implementar o BiiM**, que passa, num primeiro momento, pela geração de dados, os quais são manipulados em diferentes tipos de ferramentas e softwares. Depois disso, esses dados são compartilhados com a equipe. Os tipos de arquivos gerados em cada um dos objetivos do ciclo de vida das mini e pequenas centrais hidrelétricas estão vinculados à coluna QUAL O TIPO DE ARQUIVO GERADO do Quadro 8. Como forma de comunicação entre os envolvidos, usou-se o correio eletrônico (e-mail).

As Figuras 23, 24, 25, 26, 27 e 28 apresentam os dados do ciclo de vida das mini e pequenas centrais hidrelétricas, inseridos no Plano BiiM.

Figura 23: Biim aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energética brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas

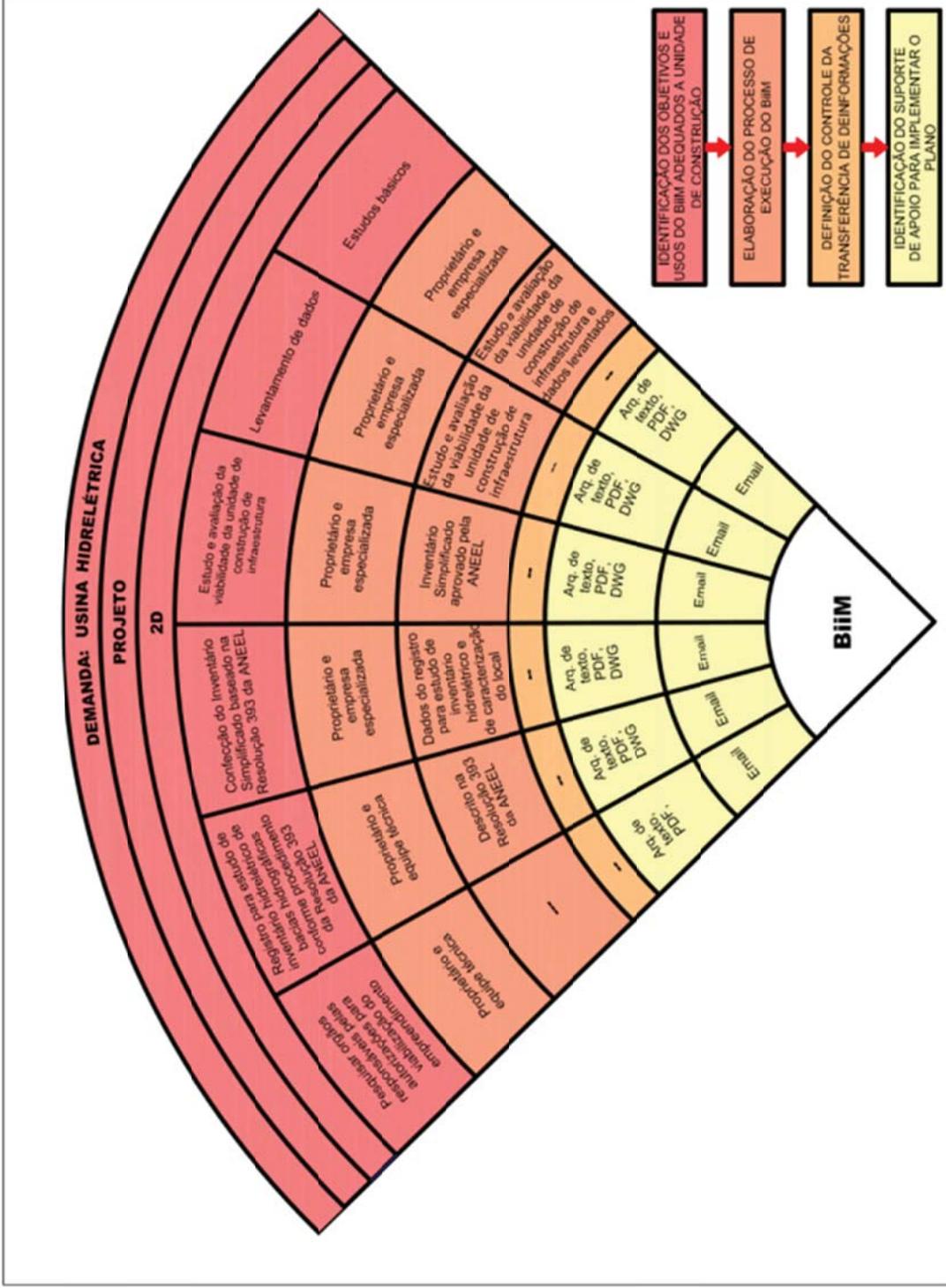


Figura 24: Biim aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energética brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas

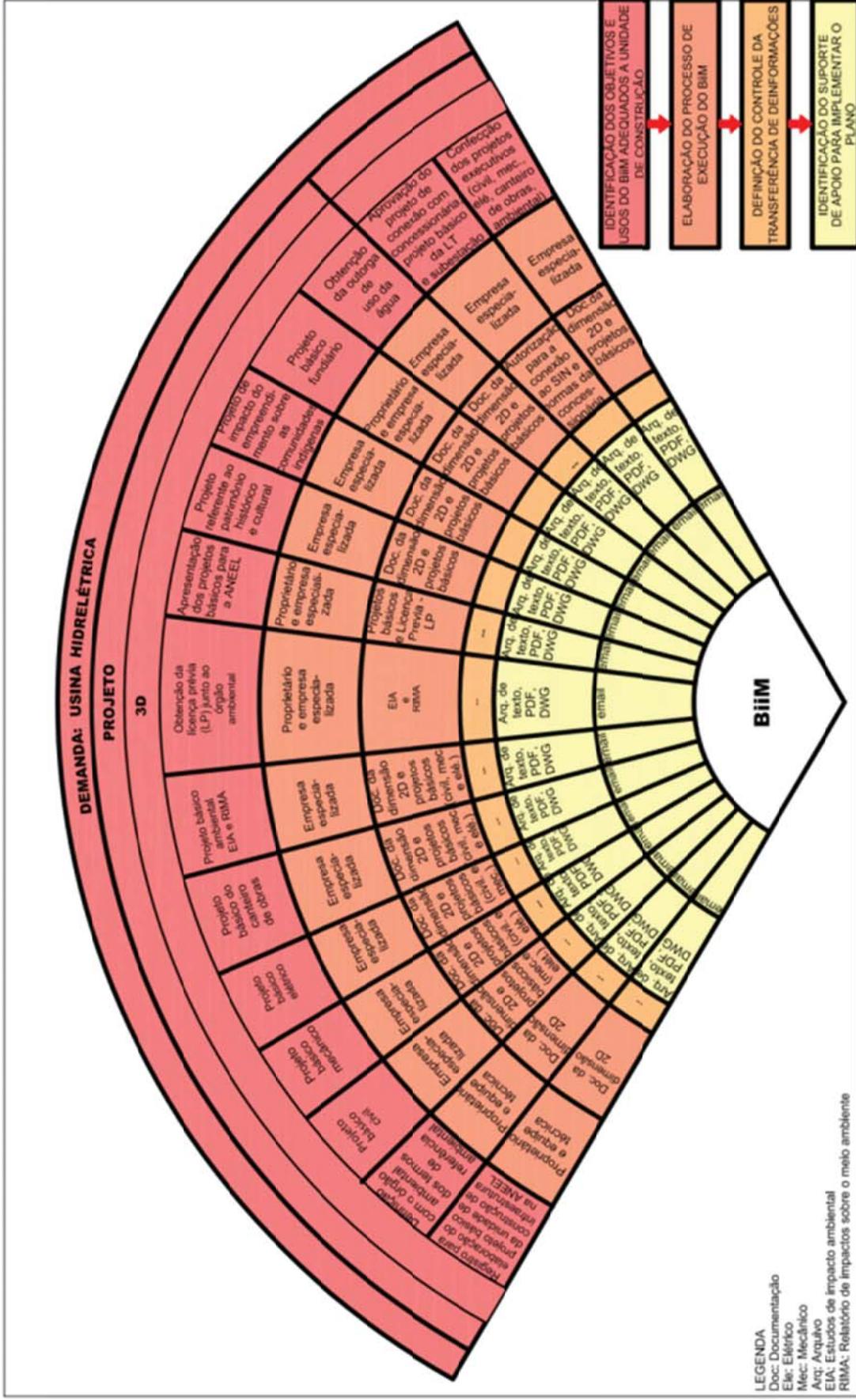


Figura 26: Bim aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energética brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas

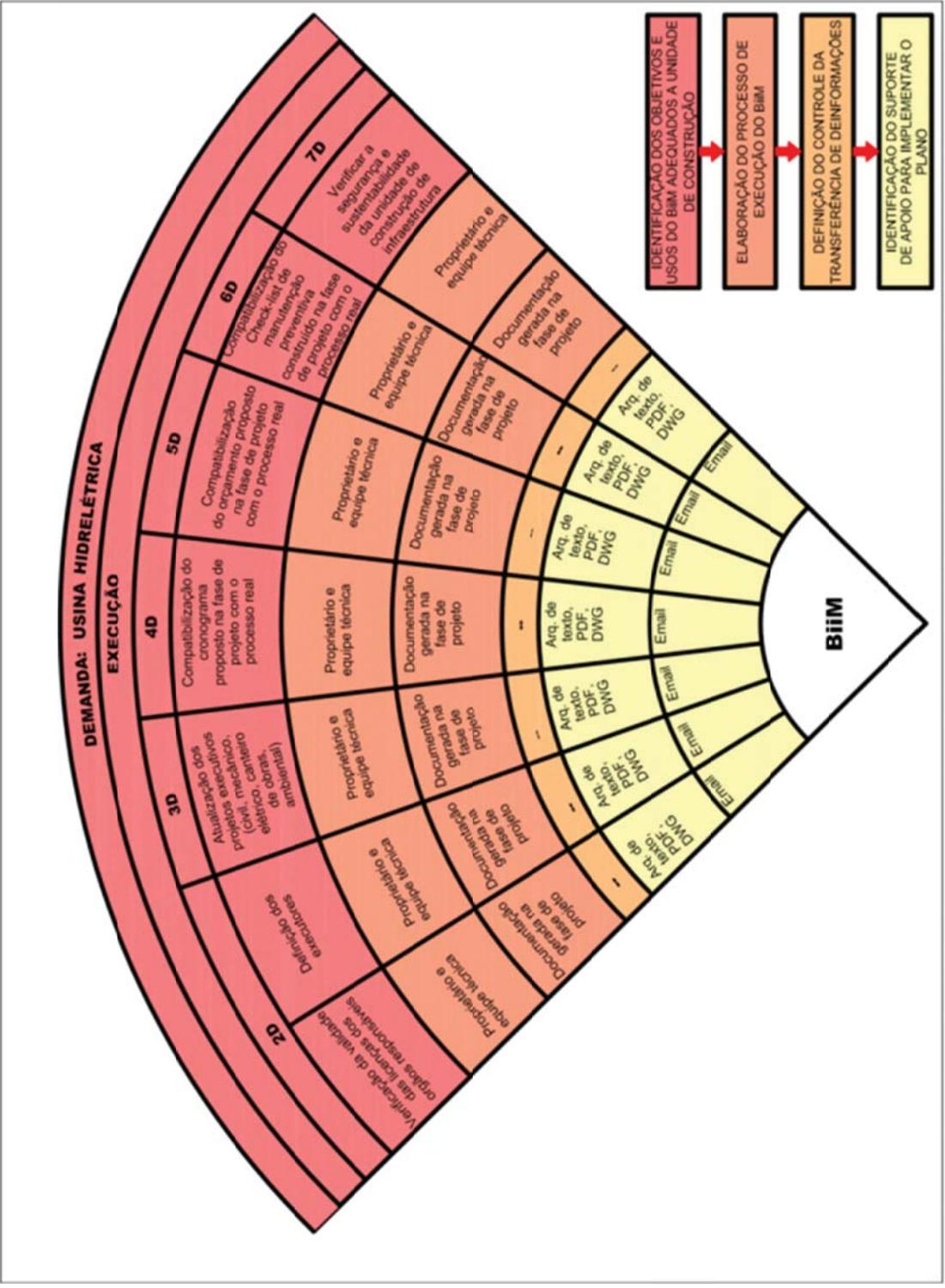


Figura 27: Bim aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energética brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas

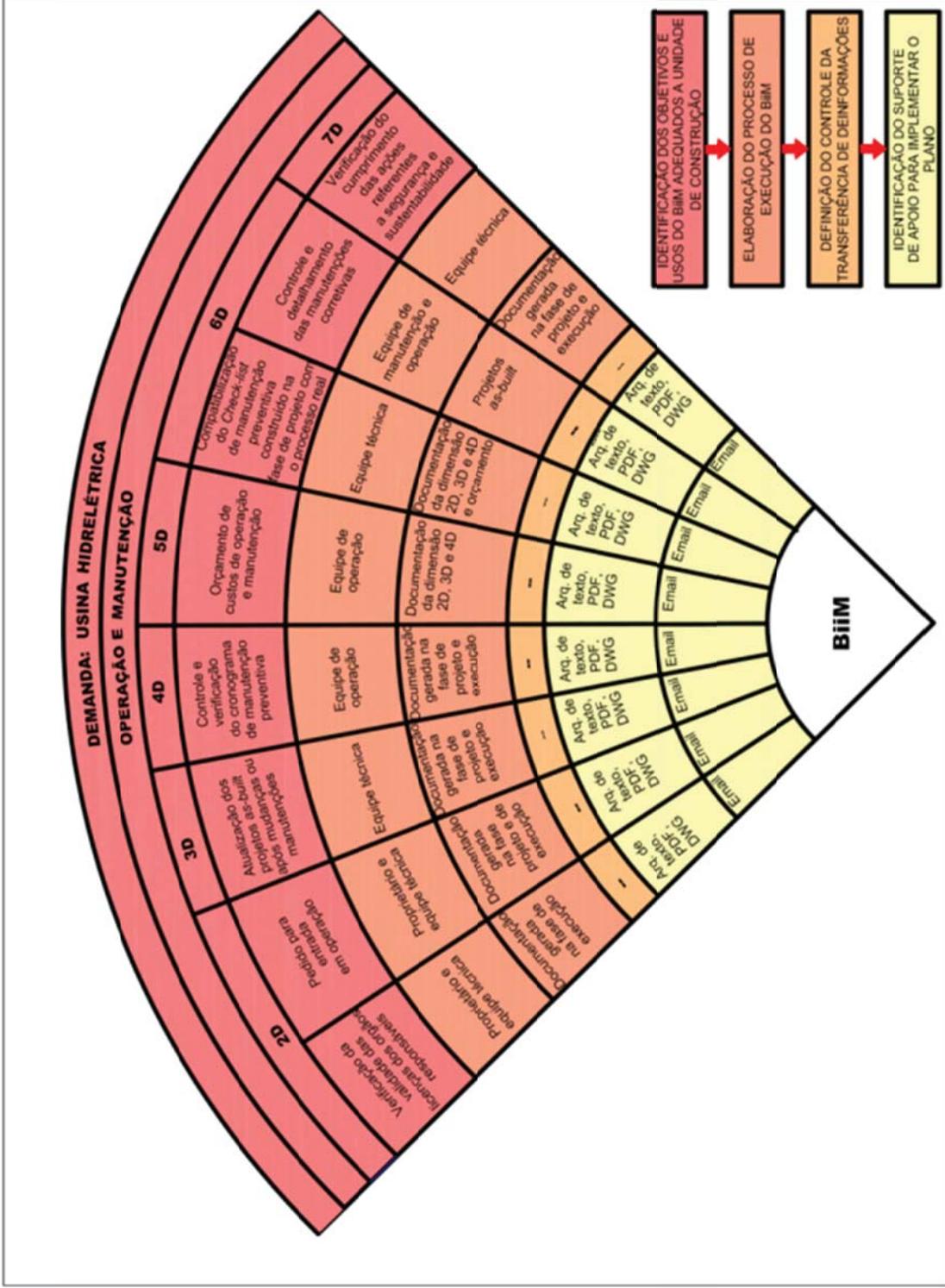
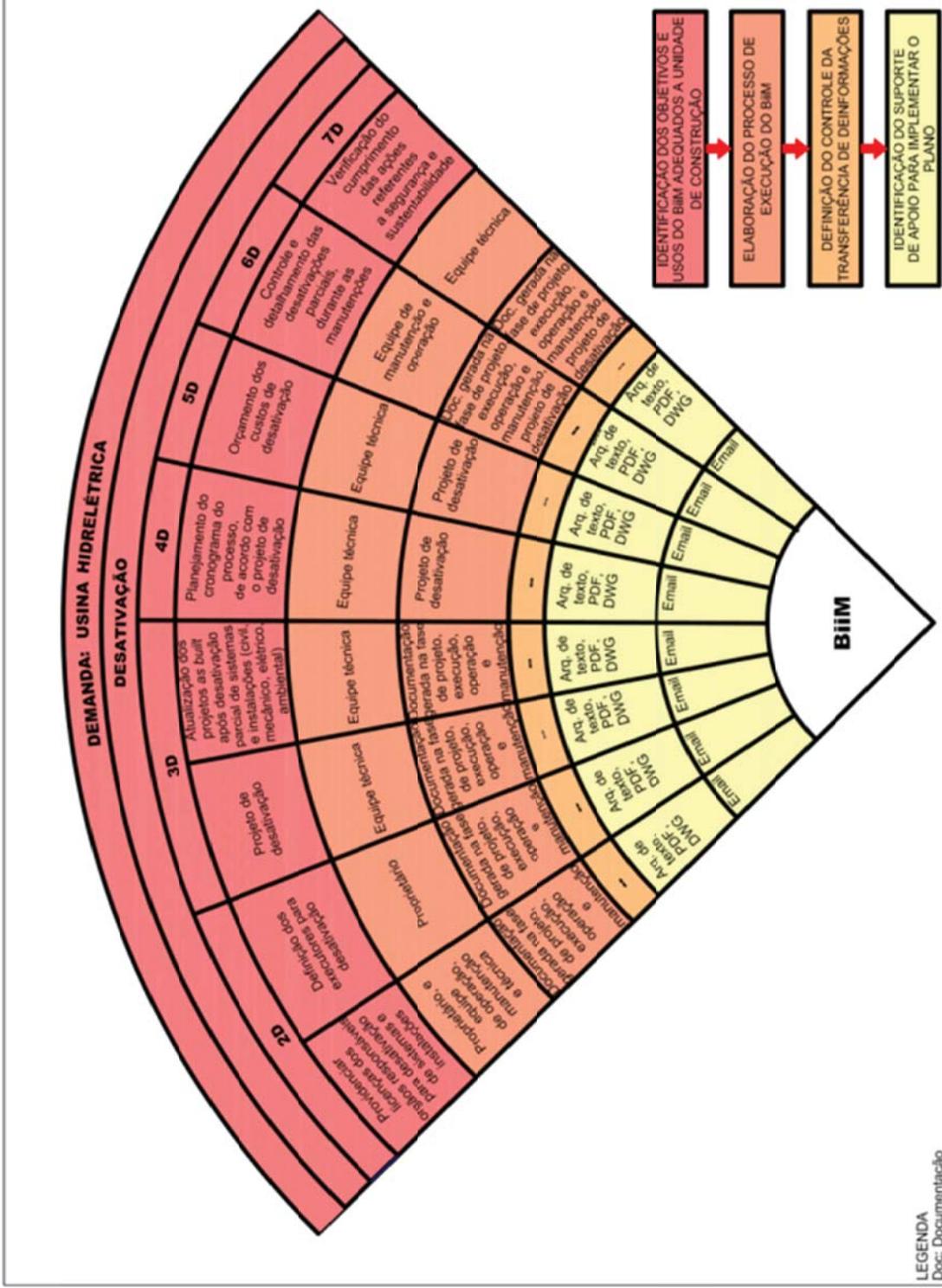


Figura 28: Bim aplicado a unidades de construção do sistema de infraestrutura energética brasileiro - setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas



4.3.1 Considerações Finais sobre a Aplicação do BiiM em Unidades de Construção do Sistema de Infraestrutura Energético - Setor de Geração de Energia Elétrica em Mini e Pequenas Centrais Hidrelétricas

A aplicação do BiiM em unidades de construção do sistema de infraestrutura energético, setor de geração de energia em mini e pequenas centrais hidrelétricas, se mostrou de forma satisfatório frente aos três passos da modelagem.

Com a aplicação do BiiM nas unidades de construção em questão, verificou-se onde há falhas e carência de informações, as quais não são tratadas com relevância no processo de uma forma geral. Percebeu-se onde existem lacunas no processo.

Percebeu-se também, que existe, por parte dos gerentes da área pesquisada, conhecimento daquilo que deve ser realizado durante todo o ciclo de vida de unidades de construção, ou seja, os objetivos a serem cumpridos, mas não realizam um planejamento de execução. Transferindo isso para a modelagem BiiM, mais especificamente para o Plano BiiM, constatou-se que existe conhecimento daquilo que deve acontecer em cada uma das dimensões, ou seja, a primeira etapa do Plano BiiM, bem como o que é necessário para esse objetivo acontecer, ou seja, a segunda etapa onde é feita a elaboração do processo de execução do Plano. A terceira etapa do Plano BiiM, onde tem-se o planejamento da atividade, não dispõe de dados. E, por fim, a quarta etapa, que apresenta o suporte de apoio para implementação, mostra que a forma de sincronização de informações entre os envolvidos ainda é precária, pois o sistema de correio eletrônico não se apresenta de forma a se caracterizar como um banco de dados, onde todos têm acesso em tempo real daquilo que está sendo realizado pelos envolvidos.

Em relação a cada uma das dimensões (2D, 3D, 4D, 5D, 6D e 7D), notou-se uma carência na questão de como checar a segurança e a sustentabilidade em todas as dimensões. Com a pesquisa, identificou-se a existência de uma ferramenta projetada pelo *Institute for Sustainable Infrastructure* (ISI) para os aspectos de segurança e sustentabilidade um projeto, a qual faz a avaliação permanente de alternativas, visando demonstrar o grau de interesse dos participantes de inserir, ao longo do ciclo de vida da unidade de construção, conceitos relacionados ao assunto. Essa ferramenta é um *check-list*, a qual abrange conceitos relacionados à qualidade de vida, gerência, destinação de recursos, meio natural e clima e como esses interferem na segurança e sustentabilidade (ISI, 2013). O Apêndice A apresenta esse documento.

6 CONCLUSÃO

O objetivo geral desta dissertação foi a verificação da possibilidade de aplicar o processo BIM em unidades de construção do sistema de infraestrutura, testando uma nova modelagem, no setor de geração de energia elétrica em mini e pequenas centrais hidrelétricas, o denominado BiiM. Teve-se êxito na aplicação dessa modelagem durante o desenvolvimento desta dissertação, e pode-se ter uma visão global das unidades de construção em questão. A partir dessa ampla visualização, tornaram-se claras as atividades, objetivos e metas, e como isso é alcançado, ou seja, tem-se o controle do ciclo de vida dessas unidades de construção.

Percebeu-se que as técnicas hoje presentes no desenvolvimento de unidade de construção, bem como seu controle de uma forma global, ou seja, uma visão de todo o ciclo de vida, ainda é tímida. O BIM é um processo que se propõe a dar suporte ao controle do ciclo de vida das unidades de construção, porém os profissionais ainda estão pouco familiarizados com esse processo de trabalho. Ainda, existe fragmentação das atividades e receio em compartilhar informações. Ou seja, é necessária uma mudança na forma de trabalho.

Também deve-se lembrar que o conceito de BIM e a modelagem BiiM proposta devem ir além de projetos em 3 dimensões, já que estes têm a capacidade de trazer uma forma avançada de projetar, executar, operar e manter uma unidade de construção. Isso é possível pela compatibilização, troca e organização de informações, as quais vão perpassando e sendo incorporadas às distintas fases do ciclo de vida da unidade de construção. Porém, essa forma de visualizar os projetos também passa pela mudança de paradigmas dos profissionais, os quais devem incorporar em seus trabalhos uma nova forma de pensar sobre a condução de seus projetos, visando a uma evolução dos processos de controle.

Para trabalhos futuros, sugere-se que seja estudado o ciclo de vida de outros sistemas de infraestrutura, aplicando essas informações à modelagem BiiM proposta. Também, sugere-se pôr em prática a modelagem BiiM em unidades de construção de infraestrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGCA - Associated General Contractors of America: the Contractor's Guide to BIM. 2006. 48 p.

AIA - American Institute of Architects. **BIM standards/guidelines survey**. 2012. Disponível em: <<http://network.aia.org/technologyinarchitecturalpractice/Home/bimstandards/>>. Acesso em: 27 maio 2013.

AICD - Africa Infrastructure Country Diagnostic. **Africa's Infrastructure: a time for transformation**. 2009.

_____. **Handbook on infrastructure statistics**. 2011.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008. 236 p.

_____. **Resolução nº 652**, de 09/12/2003. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Brasília, DF, 2003.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 5674**: manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **ABNT NBR ISO 12006:2**: Construção de edificações – organização de informação da construção – parte 2: estrutura para classificação de informações. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **ABNT NBR 15965:1**: Sistema de classificação da informação da construção – parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.

BAILEY, Kenneth D. **Typologies and taxonomies: an introduction to classification techniques**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994. 96p.

BREWER, Graham; GAJENDRAN, Thayaparan; GOFF, Raichel Le. **Building Information Modelling (BIM): an introduction and international perspectives**. Newcastle: the university of newcastle, 2012. 47p.

CHENG, Jack C.P.; MA, Lauren Y.H. **A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning**. Waste Management, v. 33, jun. 2013.

CHEN, Yonghong, WANG, Guangbin. **Integration of construction investment and progress control based on BIM. Integration of construction investment and progress control based on BIM - ISDEA**, 2013.

CITY of London. Infrastructure delivery plan. 2009. Disponível em: <<http://www.cityoflondon.gov.uk/services/environment-and-planning/planning/planning-policy/local-development-framework/Documents/infrastructure-delivery-plan-march-2013.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

CRC Construction Innovation. **National guidelines for digital modeling**. Cooperative Research Centre for Construction Innovation, 2009, 78 p.

CRELUZ. Usinas. Disponível em: <<http://www.creluz.com.br/index.php?i=usinas>>. Acesso em: 13 maio 2013.

DEPARTAMENTO de Educação e Cultura do Exército. **Elaboração e gerenciamento e projetos**. 2012.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. Estados Unidos: Wiley. 2011. 650 p.

E. FILHO, Edmundo; TERENCE, Ana C. F. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. In: **XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2006.

EIA - US Energy Information Administration. 2010. **International energy outlook 2010: highlights**. Washington DC, Office of Integrated Analysis and Forecasting, EIA, US Department of Energy. Disponível em: <<http://www.eia.gov/oiaf/archive/ieo10/highlights.html>>. Acesso em: 23 dez. 2013.

FERREIRA, Rita Cristina. **Uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações**. 2007. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

_____; SANTOS, Eduardo Toledo. Características da representação 2D e suas limitações na etapa de compatibilização espacial do projeto. In: **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 2, n. 2, nov. 2007.

GERAÇÃO Energisa. Pequenas Centrais Hidrelétricas. Disponível em: <<http://187.0.209.234/Geracao/usinasemconstrucao/pch-cristina.aspx>>. Acesso em: 07 out. 2013.

GOES, Renata Heloisa de Tonissi e Buschinelli de. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. 2011. 142 p. Dissertação (Mestrado em Habitação) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2011.

GOLDEMBERG, José. Dossiê recursos naturais: energia e desenvolvimento. In: **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, 1998.

HAM, Nam-Hyuk et al. **A study on application of BIM (Building Information Modeling) to pre-design in construction project**. Convergence and Hybrid Information Technology. 2008. v. 1.

HUDSON, W. Ronald; HAAS, Ralph; UDDIN, Waheed. **Infrastructure management**. New York: McGraw_Hill, 1997. 369p.

- IBC - Institute for Bim in Canada. **Environmental scan of BIM tools and standards**, 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010.
- INTERNATIONAL Standard. **ISO/IEC 15288**: systems engineering - system life cycle processes. Suíça, 2002.
- ISI - Institute For Sustainable Infrastructure. **Envision checklist not available**. Disponível em: <<https://sustainableinfrastructure.org/news/pr083112.cfm>>. Acesso em: 06 maio 2013
- IWG - Infrastructure Working Group. **Infrastructure planning and delivery: Best Practice Case Studies**. 2010. Disponível em: <http://www.infrastructure.gov.au/infrastructure/publications/files/Best_Practice_Guide.pdf>. Acesso em: 04 novembro 2012.
- KESSIDES, Christine. **The contributions of infrastructure to economic development**. World Bank Discussion Papers. 48 p. 1993.
- KIM, Byoungki. **Infrastructure development for the economic development in developing countries: lessons from Korea and Japan**. Graduate School of International Cooperation Studies (GSICS), n. 11, 2006.
- KPMG International. **The great global infrastructure opportunity**. Global Construction Survey. 2012.
- LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.
- MCGRAW_HILL Construction. **The business value of BIM for infrastructure**, 2012.
- _____. **Interoperability in the construction industry**, 2007.
- MELHADO, S.; AGOPYAN, V. **O conceito de projetos na construção de edifícios diretrizes para sua elaboração e controle**. São Paulo: USP, 1995. 20p.
- MENDES, Marcos. **Por que é importante investir em infraestrutura?** Instituto Fernand Braudel de Economia Mundial, 2011. Disponível em: <http://movimentominas.mg.gov.br/system/documents/843/original/5_-_Porque_%C3%A9_importante_investir_em_infraestrutura.pdf?1338319821>. Acesso em: 11 nov. 2011.
- MENEZES, Estera Muszkat; SILVA, Edna L. da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.
- NASA, Earth's City Lights. 2012. Disponível em: <<http://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=55167>>. Acesso em: 30 outubro 2012.
- NAWARI, O. Nawari. BIM Standard in the structural domain. In: **Journal of Civil Engineering and Science**, v. 1, jun. 2012.

NIBS - National Institute of Building Sciences. United States National Building Information Modeling Standard, 2007. 162p.

NIST - National Institute Of Standards And Technology – Fiatch. **NIST: general buildings information handover guide: principles, methodology and case studies.** 2007. 99 p.

PMI - Project Management Institute. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos.** 3. ed. EUA, 2004. 405p.

REDES INTELIGENTES. **Redes Inteligentes: por que, como, quem, quando, onde?.** 2009. Disponível em: <<http://www.redeinteligente.com/2009/08/11/rede-inteligente-por-que-como-quem-quando-onde/>>. Acesso em: 29 out. 2012.

REDMOND, A. et al. Exploring how information exchanges can be enhanced through Cloud BIM. **Automation in Construction**, v. 24, jul. 2012.

REIS, Lineu Bélico dos. **Geração de energia elétrica.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2011.

RIBEIRO, Julio Tollendal Gomes. **Uso do sistema BIM no processo de Projeto de Terminais de Passageiros Aeroportuários: o casa do terminal em “satélite” do aeroporto internacional de Brasília – SBBR.** 2009. 132 f. Monografia (Especialização Gestão da Aviação Civil) – Centro de Formação de Recursos Humanos em Transporte, Universidade de Brasília Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SHENFELD, Avery; TAL, Benjamin. **Energizing infrastructure.** Toronto: Canadian Imperial Bank of Commerce - Infocus, 2011. 8p

SHIM, C.S.; YUN, N.R.; SONG, H.H. **Application of 3D bridge information modeling to design and construction of bridges.** Procedia Engineering, v. 14, 2011.

SMITH, Deke et al. **BIM Project Execution Planning Guide.** Pennsylvania: Computer Integrated Construction Research Program – CIC, 2011. v. 2.1. 134p.

SILVA, Jorge Miguel Santos. **Princípios para o desenvolvimento de projetos com recurso a ferramentas BIM. Avaliação de melhores práticas e proposta de regras de modelação para projetos de estruturas,** 2013. 125p. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2013..

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. L. R.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. In: **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, nov. 2009.

STRATTON, Amanda. **New position statement request on interoperability (related to project delivery): Interoperability Position Statement.** 5. ed. Washington: American Institute of Architects – AIA. 2009.

UNEP - Frankfurt School - Centre/BNEF. 2013. **Global trends in renewable energy investment 2013.** Disponível em: <<http://www.fs-unesp-centre.org> (Frankfurt am Main)>. Acesso em: 23 dez. 2013.

YAGI, C. et al. **Condutas de sustentabilidade no setor imobiliário residencial**. 2007. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/userfiles/download/cadernocondutasdesustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2013.

APÊNDICE A – Segurança e Sustentabilidade em Sistemas de Infraestrutura

			Sim	Não	NA					
1 2 3 4 5 6 7 8 9	QUALIDADE DE VIDA	OBJETIVO	QL1.1 Melhorar a qualidade de vida da comunidade	2	1	0		2 of 3	<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center;">NA 23%</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 5px; text-align: center;">NÃO 38%</div> <div style="background-color: #f4cccc; padding: 5px; text-align: center;">Sim 42%</div>	
			COMUNIDADE	QL1.2 Estimular o crescimento e desenvolvimento sustentável	3	0	0			3 of 3
				QL1.3 Desenvolver habilidades e capacidades locais	0	3	0			0 of 3
		QL2.1 Melhorar a saúde pública e segurança		0	1	0		0 of 1		
		QL2.2 Minimizar o ruído e vibração		1	0	0		1 of 1		
		QL2.3 Minimizar a poluição luminosa		1	0	0		1 of 1		
		QL2.4 Melhorar a mobilidade e acesso à comunidade		1	0	2		1 of 1		
		BEM-ESTAR	QL2.5 Incentivar modelos de transporte alternativos	0	1	1		0 of 1		
			QL2.6 Melhorar a acessibilidade local, segurança e sinalização	2	0	1		2 of 2		
			QL3.1 Preservar os recursos históricos e culturais	0	0	2		0 of 0		
			TOTAL	13	7	6		13 of 20		
13 14 15 16 17 18 19 20 21	GERÊNCIA	COLABORADORES	LD1.1 Promover uma liderança eficaz e comprometida	2	1	0		2 of 3	<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center;">NA 16%</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 5px; text-align: center;">NÃO 42%</div> <div style="background-color: #f4cccc; padding: 5px; text-align: center;">Sim 42%</div>	
			LD1.2 Estabelecer um sistema de gestão da sustentabilidade	0	1	0		0 of 1		
		GESTÃO	LD1.3 Fomentar a colaboração e trabalho em equipe	1	1	1		1 of 2		
			LD1.4 Prever a participação das partes interessadas	1	0	2		1 of 1		
			LD2.1 Verificação de oportunidades de uso de subprodutos	0	1	0		0 of 1		
			LD2.2 Melhorar a Integração da Infraestrutura	2	1	0		2 of 3		
		PLANEJAMENTO	LD3.1 Planejar a manutenção a longo prazo e monitorar	1	1	0		1 of 2		
			LD3.2 Verificar normas, regulamentos e políticas que podem	0	2	0		0 of 2		
LD3.3 Prolongar a vida útil	1		0	0		1 of 1				
			TOTAL	8	8	3		8 of 16		
22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34	DESTINAÇÃO DOS RECURSOS	MATERIAIS	RA1.1 Redução da energia utilizada	0	1	1		0 of 1	<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center;">NA 17%</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 5px; text-align: center;">NÃO 32%</div> <div style="background-color: #f4cccc; padding: 5px; text-align: center;">Sim 51%</div>	
			RA1.2 Apoiar a prática de compras sustentáveis	1	2	0		1 of 3		
			RA1.3 Utilizar materiais recicláveis	2	0	0		2 of 2		
			RA1.4 Uso de materiais da região	1	1	0		1 of 2		
			RA1.5 Evitar o deslocamento dos resíduos para os aterros	2	1	0		2 of 3		
			RA1.6 Redução dos materiais retirados e movimentados no local	1	1	1		1 of 2		
		ENERGIA	RA1.7 Embasamento para a demolição e reciclagem	1	1	1		1 of 2		
			RA2.1 Redução do consumo de energia	2	1	0		2 of 3		
			RA2.2 Utilização de energias renováveis	1	0	1		1 of 1		
		ÁGUA	RA2.3 Instalação e manutenção do sistema energético	1	2	0		1 of 3		
			RA3.1 Proteção das águas	5	0	2		5 of 5		
			RA3.2 Redução do consumo de água potável	2	2	0		2 of 4		
			RA3.3 Sistema de monitoramento das águas	2	1	1		2 of 3		
			TOTAL	21	13	7		21 of 34		
35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	MEIO NATURAL	SITUAÇÃO	NW1.1 Preservação do habitat natural	2	3	0		2 of 5	<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center;">NA 13%</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 5px; text-align: center;">NÃO 33%</div> <div style="background-color: #f4cccc; padding: 5px; text-align: center;">Sim 54%</div>	
			NW1.2 Proteção das zonas alagadas (banhados) e as águas su	2	0	1		2 of 2		
			NW1.3 Preservação de terras produtivas	1	0	0		1 of 1		
			NW1.4 Situações geológicas adversas	1	1	1		1 of 2		
			NW1.5 Preservar as funções de várzea	2	2	2		2 of 4		
			NW1.6 Evitar o desenvolvimento inadequado em encostas in	0	2	0		0 of 2		
			NW1.7 Preservação de áreas verdes	1	0	1		1 of 1		
		TERRA E ÁGUA	NW2.1 Gerenciar águas pluviais	1	1	0		1 of 2		
			NW2.2 Reduzir os impactos de pesticidas e fertilizantes	3	2	0		3 of 5		
			NW2.3 Preservar águas superficiais e subterrâneas	1	1	1		1 of 2		
BIODIVERSIDADE	NW3.1 Preservar a biodiversidade das espécies	3	1	0		3 of 4				
	NW3.2 Controle de espécies invasoras	3	0	0		3 of 3				
	NW3.3 Restaurar de solos degradados	1	1	0		1 of 2				
	NW3.4 Manutenção de áreas alagadas e úmidas	4	1	0		4 of 5				
			TOTAL	25	15	6		25 of 40		
49 50 51 52 53 54 55	CLIMA E RISCO	EMIÇÃO	CR1.1 Reduzir as emissões de gases de efeito estufa	1	1	0		1 of 2	<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center;">NA 13%</div> <div style="background-color: #d9ead3; padding: 5px; text-align: center;">NÃO 33%</div> <div style="background-color: #f4cccc; padding: 5px; text-align: center;">Sim 54%</div>	
			CR1.2 Reduzir emissões de poluentes atmosféricos	1	0	1		1 of 1		
			CR2.1 Avaliar a ameaça climática	0	1	0		0 of 1		
		RESILIÊNCIA	CR2.2 Evitar vulnerabilidades	1	0	1		1 of 1		
			CR2.3 Preparação para adaptar-se ao clima a longo prazo	1	0	0		1 of 1		
			CR2.4 Preparação para riscos de curto prazo	1	1	0		1 of 2		
			TOTAL	5	4	2		5 of 9		

Qualidade de vida

1. Objetivo



QL 1.1 Melhorar a qualidade de vida da comunidade

Objetivo: Melhorar a qualidade de vida de todas as comunidades afetadas pelo projeto e mitigar os impactos negativos para as comunidades

Métrica: Realizar medidas para avaliar as necessidades da comunidade e melhorar a qualidade de vida, minimizando os impactos negativos

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
As necessidades, objetivos e interesses relevantes da comunidade estão sendo atendidos pelo projeto?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Os impactos potencialmente negativos do projeto sobre os habitantes e as comunidades próximas foram reduzidos ou eliminados?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
A população, incluindo líderes comunitários e grupos de interesse, tem conhecimento da implantação do projeto?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	2 de 3			

QL 1.2 Estimular o crescimento e desenvolvimento sustentável

Objetivo: Apoiar e estimular o crescimento e desenvolvimento sustentável, incluindo melhorias e crescimento do número de empregos, capacitação, produtividade, negócios e habitação

Métrica: Verificar o impacto do projeto no crescimento sustentável da comunidade e desenvolvimento econômico

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
O projeto irá contribuir significativamente para o número de empregos locais?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá aumentar significativamente a produtividade local?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá tornar o local mais atraente para a população e empresas?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	3 de 3			

QL 1.3 Desenvolver habilidades e capacidades locais

Objetivo: Ampliar os conhecimentos, habilidades e capacidades da força de trabalho da comunidade, para aumentar as possibilidades de crescimento e desenvolvimento

Métrica: Verificar as áreas em que o projeto irá melhorar os níveis de emprego local, unindo habilidades e capacidades

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
O empreendedor do projeto pretende contratar e treinar um número significativo de trabalhadores locais?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O empreendedor do projeto pretende usar um número considerável de fornecedores e empresas especialas locais?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá proporcionar uma melhoria substancial na capacidade local e competitividade, através de programas locais de terceirização, emprego e educação?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	0 de 3			

2. Bem-Estar			
QL 2.1 Melhorar a saúde pública e segurança			
Objetivo: Buscar o impacto na saúde e segurança devido ao uso de novos materiais, tecnologias ou metodologias, e a cumprimento das exigências normativas			
Métrica: Avaliar a saúde e requisitos de segurança, tendo em conta os riscos adicionais da aplicação de novas tecnologias, materiais e metodologias			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O empreendedor do projeto pretende identificar, avaliar e instituir novas normas para enfrentar os riscos adicionais e exposições, criados pela aplicação de novas tecnologias, materiais, equipamentos e / ou metodologias?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		0 de 1	
QL 2.2 Minimizar o ruído e vibração			
Objetivo: Minimiza o ruído e vibração gerados durante a construção e operação das obras do empreendimento, para manter e melhorar as condições de habitabilidade da população			
Métrica: Verificar o quanto o ruído e a vibração serão reduzidos durante a construção e operação .			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto irá reduzir o ruído e vibração para níveis substancialmente inferiores aos níveis admissíveis durante a construção e operação?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 1	
QL 2.3 Minimizar a poluição luminosa			
Objetivo: Evitar o brilho excessivo, luz à noite, e foco dirigido para o ambiente, visando a economia de energia, redução de iluminação desagradável e brilho excessivo			
Métrica: Verificar se a iluminação atende às normas mínimas de segurança, porem, sem atrapalhar e se espalhar para áreas além dos limites desejados, sem criar iluminação intrusiva e perturbadora			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto será desenvolvido para reduzir a iluminação excessiva, evitar o excesso de luz e preservar ou restaurar o ambiente a noite?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 1	
QL 2.4 Melhorar a mobilidade e acesso à comunidade			
Objetivo: Localizar, projetar e construir o projeto de uma forma que facilita o não congestionamentos de trânsito, melhorar a mobilidade e acesso, promover a expansão urbana, e de outra maneira melhorar a habitabilidade da população			
Métrica: Propor medida para o projeto melhorar o acesso, reduzir o tempo de deslocamento. Aprimorar a segurança do usuário considerando todas as formas de deslocamento, por exemplo, veículo particular, veículos comerciais, de trânsito e de bicicleta/pedestre			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto irá proporcionar o acesso, bom e seguro às instalações arredores e a centros de transporte?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A concepção do projeto leva em consideração os fluxos de tráfego esperados e volumes em torno do local do projeto para melhorar a mobilidade e a eficiência global?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O projeto será coordenado com a infraestrutura de transporte local, reduzindo o congestionamento, melhorando a mobilidade e habitabilidade?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total		1 de 1	

QL 2.5 Incentivar modelos de transporte alternativos			
Objetivo: Melhorar a acessibilidade ao transporte alternativo (não motorizado) e transporte público. Promover o transporte alternativo e reduzir o congestionamento			
Métrica: Verificar o quanto o projeto aumenta a mobilidade, o uso de transporte público, e transporte alternativo (não motorizado)			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto terá uma pequena abrangência de transporte diversificado e acessível?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Através do seu modelo, o projeto irá incentivar o uso de transporte alternativo (não motorizado)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total		0 de 1	

QL 2.6 Melhorar a acessibilidade local, segurança e sinalização			
Objetivo: Melhorar a acessibilidade do usuário, segurança e a melhor área para acessar os locais			
Métrica: Clareza, simplicidade, legibilidade e ampla população atendida com confiabilidade, trazendo benefício e segurança ao usuário			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto irá conter sinalização adequada para a segurança em torno das obras?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
A segurança e acessibilidade da população e usuário no entorno da obra será atingida?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto trará acessibilidade e sinalização para garantir o acesso de todos?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		2 de 2	

3. Comunidade

QL 3.1 Preservar os recursos históricos e culturais			
Objetivo: Preservar ou restaurar importantes sítios históricos e culturais e recursos relacionados, para preservar e melhorar os recursos culturais comunitários			
Métrica: Medidas tomadas para identificar, preservar ou restaurar os recursos culturais			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto visa minimizar os impactos negativos sobre os recursos históricos e culturais?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O empreendimento será projetado de modo que preserve integralmente e/ou restaure os recursos históricos/cultural regionalmente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total		0 de 0	

QL 3.2 Preservar pontos de vista e de caráter local			
Objetivo: Projetar um empreendimento de forma que mantem o caráter local da população e não tem impactos negativos sobre a comunidade			
Métrica: Identificar as opiniões da população e aspectos importantes da paisagem local, incluindo as comunidades, e incorporá-las ao projeto			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto será desenvolvido de uma forma que preserve pontos de vista e de caráter local?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto será concebido trazendo melhorias de caráter local, ou a paisagem natural através da preservação e/ou ações de reparação?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		2 de 2	

QL 3.3 Melhora do espaço público			
Objetivo: Melhorar o espaço público existente, melhorando a habitabilidade da população			
Métrica: Os planos para preservar, conservar, melhorar e/ou restaurar os elementos do espaço público			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto irá fazer melhorias significativas para o espaço público?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto resultará em uma restauração substancial para o espaço público?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 2	

Gerência

1. Colaboradores



LD1.1 Promover uma liderança eficaz e comprometida

Objetivo: Promover uma liderança eficaz e com compromisso de atingir metas de sustentabilidade do projeto

Métrica: demonstração de comprometimento significativo do proprietário do projeto e da equipe, com os princípios de sustentabilidade e de melhoria de desempenho sustentável

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
A equipe do projeto faz declarações públicas afirmando seu compromisso com a sustentabilidade?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
É compromisso da equipe do projeto a sustentabilidade apoiada por exemplos de ações tomadas ou a serem tomadas?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Os compromissos e ações demonstram suficientemente que a sustentabilidade é um valor fundamental da equipe do projeto?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	2 de 3			

LD 1.2 Estabelecer um sistema de gestão da sustentabilidade

Objetivo: Criar um sistema de gerenciamento de projetos que podem gerenciar o escopo, escala e complexidade de um projecto destinado a melhorar o desempenho sustentável

Métrica: As políticas organizacionais, autoridades, mecanismos e processos de negócios que têm sido postas em prática e o julgamento que eles são suficientes para o escopo, escala e complexidade do projeto

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
A equipe do projeto pretende estabelecer um sistema de gestão de sustentabilidade viável que atenda aos requisitos do projeto?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	0 de 1			

LD 1.3 Fomentar a colaboração e trabalho em equipe

Objetivo: Eliminar elementos conflitantes com a adoção de sistema de otimização e projeto integrado e metodologias de execução e processos colaborativos

Métrica: A extensão da colaboração dentro da equipe do projeto e do grau em que os processos de entrega do projeto incorporar design de sistemas todo e abordagens de entrega

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
O proprietário e a equipe do projeto tem a intenção de dar uma visão sistêmica do projeto, considerando a relação de desempenho deste projeto para elementos de infraestrutura da comunidade?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	?
O proprietário e a equipe do projeto estabelecem uma relação de colaboração no projeto para atingir níveis mais elevados de desempenho sustentável?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O proprietário e a equipe do projeto executaram um projeto de sistemas e todo processo de entrega com o objetivo de maximizar o desempenho sustentável?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	1 de 2			

LD 1.4 Prever a participação das partes interessadas			
Objetivo: Estabelecer programas sólidos e significativos para a identificação das partes interessadas, engajamento e envolvimento dos mesmos, na tomada de decisões do projeto			
Métrica: A medida em que os participantes do projeto são identificados devem ser envolvidos na tomada de decisão do projeto. Satisfação das partes interessadas e os decisores no processo de envolvimento			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
Existe a possibilidade dos principais interessados no projeto serem identificados , e quais os meios de comunicação estabelecido entre eles?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Existe um plano da equipe de projeto com o objetivo de envolver as partes interessadas e solicitar o feedback das ações propostas e tomadas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
A equipe do projeto consegue estabelecer um processo de envolvimento dos interessados no projeto, envolvendo o público de forma significativa no processo de tomada de decisão?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total		1 de 1	

2. Gestão

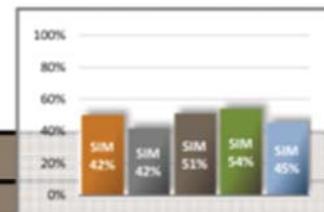
LD 2.1 Verificação de oportunidades de uso de subprodutos			
Objetivo: Reduzir o desperdício, melhorar o desempenho do projeto e reduzir os custos do projeto, identificando e buscando oportunidades de usar subprodutos indesejáveis ou materiais e recursos descartados das operações de outras fases			
Métrica: A medida em que a equipe do projeto identifica as necessidades do projeto, deve iniciar a procura de instalações vizinhas, com recursos de subprodutos que podem atender a essas necessidades e capturar oportunidades de sinergia			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto estabelece um programa para localizar, avaliar e fazer uso de subprodutos indesejáveis e materiais gerados no próprio projeto?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		0 de 1	

LD 2.2 Melhorar a Integração da Infraestrutura			
Objetivo: Inserir na Concepção do projeto as relações operacionais entre outros elementos da infraestrutura da comunidade que resulta numa melhoria global da eficiência da infraestrutura			
Métrica: A medida em que o projeto das obras entregues se integra à infraestrutura da comunidade como resultado deve se ter uma nítida melhoria na eficiência e eficácia existentes ou previstas			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
Será que a equipe do projeto buscam otimizar o desempenho sustentável no nível do componente de infraestrutura?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto busca otimizar o desempenho sustentável da infraestrutura?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto será planejado e projetado de modo que o seu funcionamento e as funções são totalmente integradas com todos os elementos da infraestrutura local?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		2 de 3	

3. Planejamento			
LD 3.1 Planejar a manutenção a longo prazo e monitorar			
Objetivo: Colocar em prática planos e recursos suficientes para garantir que as medidas de proteção ecológica, mitigação e melhoria serão incorporadas no projeto e executadas			
Métrica: Abrangência e detalhe de monitoramento de longo prazo e planos de manutenção e investimento de recursos para financiar as atividades			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto terá um plano de monitoração e manutenã o longo prazo?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O plano será suficientemente abrangente, cobrindo todos os aspectos de monitoramento e manutenção a longo prazo?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 2	
LD 3.2 Verificar normas, regulamentos e políticas que podem causar conflitos			
Objetivo: Trabalhar com as autoridades para identificar e abordar as leis, normas, regulamentos ou políticas que podem inadvertidamente criar barreiras para a implementação de uma infraestrutura sustentável			
Métrica: Os esforços para identificar e mudar as leis, normas, regulamentos e / ou políticas que possam involuntariamente contrariar os objetivos e práticas da sustentabilidade			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A avaliação dos regulamentos aplicáveis, políticas e padrões irão identificar aqueles que podem ir contra a projetos com objetivos e metas de desempenho sustentável?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O proprietário e a equipe do projeto pretendem aproximar as autoridades políticas para resolver os conflitos se existentes?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		0 de 2	
LD 3.3 Prolongar a vida útil			
Objetivo: Prolongar a vida útil do empreendimento, com maior durabilidade, flexibilidade e resistência			
Métrica: De que forma a equipe de projeto incorpora o conceito de ciclo de vida pensando em melhorar a durabilidade, flexibilidade e resiliência do projeto			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto será concebido de forma a estender substancialmente a vida útil do projeto?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 1	

Destinação de Recursos

1. Materiais



RA1.1 Redução da energia utilizada

Objetivo: Conservar energia, reduzindo a energia incorporada nos materiais do projeto ao longo da vida do projeto

Métrica: redução percentual de energia incorporada, a partir de uma avaliação energética do ciclo de vida

Questões para Avaliação: Sim Não N/A

Existe um plano da equipe do projeto para realizar uma avaliação da energia incorporada nos materiais essenciais ao longo da vida do projeto? ?

O projeto irá alcançar uma redução significativa na energia incorporada ao longo da vida do projeto? ?

Total 0 de 1

RA 1.2 Apoiar a prática de compras sustentáveis

Objetivo: obtenção de materiais e equipamentos de fabricantes e fornecedores que implementam práticas sustentáveis

Métrica: Percentagem de materiais provenientes de fabricantes que atendem aos requisitos de práticas sustentáveis

Questões para Avaliação: Sim Não N/A

A equipe do projeto estabelecerá uma preferência pela utilização de fabricantes, fornecedores e empresas de serviços que têm políticas e práticas sustentáveis? ?

A equipe do projeto estabelece uma preferência pela utilização de fabricantes, fornecedores e empresas de serviços que têm políticas e práticas sustentáveis? ?

A equipe do projeto pretende utilizar uma proporção significativa de materiais do projeto, equipamentos, suprimentos e serviços dessas empresas? ?

Total 1 de 3

RA 1.3 Utilizar materiais recicláveis

Objetivo: Reduzir o uso de materiais novos e evitar o envio de materiais úteis para os aterros sanitários, especificando materiais reutilizados, incluindo as estruturas e materiais com conteúdo reciclado

Métrica: Percentagem de materiais do projeto que são reutilizados ou reciclados

Questões para Avaliação: Sim Não N/A

A equipe do projeto considera a reutilização adequada de estruturas e materiais existentes e integrá-os no projeto? ?

A equipe do projeto consegue especificar uma quantidade de materiais reciclado a ser utilizado no projeto? ?

Total 2 de 2

RA 1.4 Uso de materiais da região			
Objetivo: Minimizar os custos de transporte e impactos, e beneficiar a região através da especificação de fontes locais			
Métrica: Percentagem de materiais do projeto, por tipo e peso ou volume originado			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto tem por objetivo identificar as fontes locais / regionais de materiais?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá utilizar uma quantidade significativa de materiais de origem local?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total	1 de 2		

RA 1.5 Evitar o deslocamento dos resíduos para os aterros			
Objetivo: Reduzir o desperdício e encaminhamento de resíduos para reciclagem e reutilização			
Métrica: Percentagem de resíduos encaminhados para a reciclagem			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto identifica o potencial de reciclagem e reutilização dos resíduos gerados na construção e demolição da obra?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto desenvolve um plano de operações de gestão de resíduos para reduzir a geração e evitar o destino em aterros, isso durante a construção e operação?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá evitar a destinação de uma quantidade significativa de resíduos em aterros sanitários?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total	2 de 3		

RA 1.6 Redução os materiais retirados e movimentados no local da obra			
Objetivo: Minimizar o movimento de solos e outros materiais escavados para fora do local da obra, reduzindo o transporte e os impactos ambientais			
Métrica: Percentagem de material escavado retidos no local			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O empreendimento será projetado para equilibrar corte e aterro, para reduzir a quantidade de material escavado e retirado do local implantação?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Quando necessário, a equipe do projeto tomará medidas para identificar fontes locais / receptores de material escavado?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá reutilizar uma quantidade significativa de material?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total	1 de 2		

RA 1.7 Embasamento para a demolição e reciclagem			
Objetivo: Incentivar a reciclagem e reutilização de materiais através da inserção de ferramentas para facilitar a e proporcionar eficiência na etapa de desmontagem ou desconstrução, no final de sua vida útil			
Objetivo: Identificar o percentual de componentes que podem ser separados na desmontagem ou demolição			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto irá avaliar se os materiais especificados podem ser facilmente reciclados ou reutilizados após a vida útil do projeto acabar?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O empreendimento será projetado de forma que uma quantidade significativa de materiais possam ser separados para reciclagem ou reutilizados no final de sua vida útil?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto irá incorporar métodos para aumentar a probabilidade de reciclagem de materiais quando o empreendimento estiver em operação?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total	1 de 2		

2. Energia			
RA 2.1 Redução do consumo de energia			
Objetivo: Conservar energia, reduzindo o período de funcionamento global e o consumo de energia na manutenção ao longo do ciclo de vida do projeto			
Métrica: Percentagem de redução de energia alcançada			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto traz a identificação de opções para reduzir o consumo de energia durante a operação e manutenção das obras?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto realizou estudos de viabilidade e análises de custo para determinar os métodos mais eficazes para a redução de energia e os incorporou ao projeto?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto foi desenvolvido para alcançar reduções significativas no consumo de energia?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		2 de 3	
RA 2.2 Utilização de energias renováveis			
Objetivo: Suprir as necessidades de energia através de fontes renováveis			
Métrica: Verificar os recursos energéticos renováveis incorporados ao projeto, construção e operação			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
É de interesse do proprietário e da equipe do projeto identificar e analisar as opções para satisfazer as necessidades energéticas operacionais através de energia renovável?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O projeto irá atender a uma quantidade significativa de suas necessidades de energia através de energia renovável?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 1	
RA 2.3 Instalação e manutenção do sistema energético			
Objetivo: Assegurar o funcionamento eficiente e prolongar a vida útil do sistema de energia, através da manutenção e monitoramento do desempenho do sistemas			
Métrica: Manutenção do sistema e documentação dos equipamentos de monitoramento do sistema elétrico e mecânico do projeto			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O proprietário e a equipe do projeto tem por objetivo realizar uma manutenção do sistema de energia independente do sistema mecânico?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto tem por objetivo reunir informações necessárias para treinar operações e trabalhadores de manutenção para facilitar a formação e operações adequadas?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá incorporar sistemas avançados de monitoramento, para permitir operações mais eficientes?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 3	

3. Água			
RA 3.1 Proteção das águas			
Objetivo: Reduzir o impacto negativo do empreendimento sobre as águas, em aspecto qualitativo como quantitativo			
Métrica: Como o projeto utiliza recursos de água doce sem prejudicar os recursos em sua fonte			
Questões para Avaliação:	Sím	Não	N/A
A equipe do projeto irá avaliar as necessidades de água no projeto?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe de projeto tem um plano para realizar uma avaliação abrangente dos impactos de longo prazo do empreendimento na disponibilidade de água?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto fará uso apenas de água que pode ser reutilizada em quantidade e qualidade?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá considerar os impactos da retirada da água das fontes?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projecto de destino das águas utilizadas atende aos requisitos de qualidade e quantidade, para evitar impactos negativos sobre espécies aquáticas?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá atingir um impacto nulo tendo como parametro a quantidade de agua abastecida e a qualidade da água?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O projeto irá descontaminar a quantidade e devolver a qualidade das águas doces superficiais e lençóis freáticos a uma condição de ecossistema original?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total	5	de	5
RA 3.2 Redução do consumo de água potável			
Objetivo: Reduzir o consumo global de água potável e incentivar o uso das águas cinzas, água recicladas, e de águas pluviais para atender às necessidades de água			
Métrica: Percentual de redução de consumo de água			
Questões para Avaliação:	Sím	Não	N/A
A equipe de projeto, planejamento, ou revisões de projeto tem como objetivo identificar as estratégias de redução de consumo de água potável?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe de projeto tem o objetivo de analisar a viabilidade dos custos para utilizar métodos mais eficazes para a redução do consumo de água potável e os insere no projeto?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá alcançar uma redução substancial no consumo de água potável?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto resultará em uma geração positiva de água provinda de reciclagem, purificação, ou tratamento no local?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total	2	de	4
RA 3.3 Sistema de monitoramento das águas			
Objetivo: Implementar programas para monitorar o desempenho dos sistemas de água durante as operações e seus impactos em águas receptoras			
Métrica: Documentação e projeto do sistema			
Questões para Avaliação:	Sím	Não	N/A
O proprietário e a equipe do projeto tem como meta o monitoramento dos sistemas de água do projeto, a fim de validar os objetivos do projeto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O projeto irá incorporar conceitos para monitorar o desempenho de água durante as operações?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá integrar as operações de longo prazo e monitoramento de impacto para mitigar os impactos negativos e melhorar a eficiência?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Serão implantadas estratégias específicas para monitoramento e detecção de vazamento para que o projeto seja mais sensível às mudanças nas condições operacionais?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total	2	de	3

Meio Natural

1. Situação



NW 1.1 Preservação do habitat natural

Objetivo: Evitar instalar sistemas provisórios em área identificadas como de alto valor ecológico ou com espécies de alto valor

Métrica: Evitar a ocupação de locais de valor ecológico e criação de zonas-tampão (zonas de proteção ou de transição)

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
A equipe do projeto irá criar medidas para identificar e documentar áreas de habitat rico em espécies, próximo ou na área do empreendimento?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá buscar não interferir em áreas ainda pouco modificadas ou de preservação?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá estabelecer uma zona-tampão de 100 metros no mínimo em torno de todas as áreas consideradas de preservação?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá procurar aumentar significativamente a área de preservação através da restauração de locais degradados?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá melhorar a relação entre os diferentes habitats e com isso a ampliação dos mesmos?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	2 de 5			

NW 1.2 Proteção das zonas alagadas (banhados) e as águas superficiais

Objetivo: Proteger, melhorar e restaurar as zonas designadas como zonas húmidas, linhas costeiras, e as massas de água através de zonas-tampão naturais, vegetação e zonas de proteção do solo

Métrica: Tamanho da área de preservação estabelecida em torno das zonas úmidas e corpos d'água

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
O projeto irá evitar o desenvolvimento e a ocupação de zonas húmidas, linhas costeiras e áreas com grande quantidade de água?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto irá manter zonas de proteção do solo em torno das zonas húmidas, linhas costeiras e áreas com grande quantidade de água?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	?
O projeto irá restaurar zonas degradadas existentes?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	2 de 2			

NW 1.3 Preservação de terras produtivas

Objetivo: Identificar e proteger os solos designados como terras férteis, terras de cultivo único ou terras de importância para todo o estado

Métrica: Percentagem de terras férteis deixadas de serem atingidas

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
O projeto vai buscar a não utilização de terras férteis?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	1 de 1			

NW 1.4 Situações geológicas adversas			
Objetivo: Evitar o desenvolvimento de formações geológicas adversas, salvaguardar os aquíferos para reduzir o risco de desastres naturais e preservar os recursos hídricos subterrâneos de alta qualidade			
Métrica: Grau dos riscos evitados da interferência das áreas naturais e aquíferos, bem como as funções geológicas mantida			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto procura identificar e abordar os impactos nos pontos geológicos frágeis e possíveis de serem prejudicados?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto será concebido visando proteger os aquíferos e preservar os recursos hídricos subterrâneos?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Existirá um projeto destinado a reduzir os riscos de danos geológicos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Total		1 de 2	

NW 1.5 Preservar as funções de várzea			
Objetivo: Preservar as funções de várzea, limitando o desenvolvimento e impactos, para manter as capacidades de gestão da água			
Métrica: Verificação dos esforços para evitar interferências em várzeas e manter suas funções			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto irá evitar ou limitar o desenvolvimento do projeto dentro de áreas de várzea?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O projeto irá manter as áreas de várzea e qualidade da água?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O projeto irá incorporar sistemas para situações de inundação, operações de emergência e / ou plano de evacuação?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá manter ou melhorar o habitat ciliar e aquático?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá considerar o transporte de sedimentos?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto pretende modificar ou remover infraestruturas sujeitas a danos por inundações?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		2 de 4	

NW 1.6 Evitar o desenvolvimento inadequado em encostas íngremes			
Objetivo: Proteger as encostas de um desenvolvimento inadequado e impróprio, evitando a exposição e os riscos de erosão, deslizamentos e outros desastres naturais			
Métrica: Verificar se o desenvolvimento em encostas íngremes é evitado, se é feito o controle da erosão e outras medidas utilizadas para proteger as obras construídas e outras estruturas			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto irá utilizar e melhorar práticas de gestão para gerir a erosão e evitar deslizamentos?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto irá minimizar ou evitar o desenvolvimento em encostas íngremes?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		0 de 2	

NW 1.7 Preservação de áreas verdes			
Objetivo: Conservar terrenos não urbanizados, localizando projetos em locais já modificados ou desclassificados como degradados			
Métrica: Verificar a porcentagem de área verde e a área já degradada utilizadas			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto irá buscar a conservação de terrenos não urbanizados ou utilizados?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
Uma quantidade significativa da área do projecto estará localizado em locais previamente desenvolvidos/urbanizados/ocupados?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 1	

2. Terra e Água

NW 2.1 Gerenciar águas pluviais			
Objetivo: Minimizar o impacto do escoamento de águas pluviais			
Métrica: Verificar a capacidade de infiltração e evapotranspiração, voltando as características originais			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O empreendimento será projetado para reduzir o escoamento superficial de águas?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto será concebido para melhorar a capacidade de armazenamento de água?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 2	

NW 2.2 Reduzir os impactos de pesticidas e fertilizantes			
Objetivo: Reduzir a poluição através de pesticidas e fertilizantes, reduzindo a quantidade, toxicidade, biodisponibilidade e permanência, ou eliminando a total necessidade de utilização destes produtos			
Métrica: Verificar os esforços para reduzir a quantidade, toxicidade, biodisponibilidade e persistência de pesticidas e fertilizantes utilizados no local, incluindo a seleção de espécies de plantas e o uso de técnicas de manejo integrado de pragas			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
As políticas operacionais para controlar e reduzir a aplicação de fertilizantes e pesticidas será exposta e disseminada?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto incluirá controles de escoamento para minimizar a contaminação de águas subterrâneas e superficiais?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto irá selecionar plantas para minimizar a necessidade de fertilizantes ou pesticidas?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto irá selecionar fertilizantes e pesticidas apropriados para as condições do local, com baixa toxicidade, permanência e biodisponibilidade?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto será pensado para eliminar a necessidade de utilização de pesticidas ou fertilizantes?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		3 de 5	

NW 2.3 Preservar águas superficiais e subterrâneas			
Objetivo: Preservar os recursos de água doce através da incorporação de medidas para prevenir poluição e contaminação de águas superficiais e subterrâneas, e monitorar os impactos sobre as operações			
Métrica: Verificar os projetos, planos e programas instituídos para preservar e monitorar as águas de superfície e subterrâneas			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto irá realizar ou buscar estudos hidrológicos?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Planos de prevenção e de monitoramento das águas serão incorporados no projeto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
O projeto irá buscar reduzir ou eliminar a geração de substâncias potencialmente poluidoras?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> ?
A equipe do projeto buscará reduzir a contaminação futura, revitalizando áreas contaminadas e instituindo controles de uso da terra, para limitar a contaminação?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 2	

3. Biodiversidade

NW 3.1 Preservar a biodiversidade das espécies			
Objetivo: Proteger a biodiversidade através da preservação e restauração de espécies e habitats			
Métrica: Verificar o grau de proteção do habitat.			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto buscará identificar os habitats existentes próximos ao local do projeto?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá buscar a proteção dos habitats existentes?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá aumentar a qualidade ou a quantidade de habitat existente?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá preservar ou melhorar corredores para o movimento de animais?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		3 de 4	

NW 3.2 Controle de espécies invasoras			
Objetivo: Usar espécies não invasoras e controlar ou eliminar as espécies invasoras existentes			
Métrica: Verificar o grau em que as espécies invasoras foram reduzidos ou eliminados			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
A equipe do projeto irá especificar as plantas apropriados e não evasivas no projeto?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto irá implementar um plano de gestão para identificar, controlar ou eliminar as espécies invasoras?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
A equipe do projeto irá implementar um plano de gestão abrangente para prevenir ou mitigar a futura invasão de espécies invasoras?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		3 de 3	

NW 3.3 Restaurar de solos degradados			
Objetivo: Recuperar solos degradados durante a construção e desenvolvimento para trazer de volta as funções ecológicas e hidrológicas dos solos			
Métrica: Percentual de solos degradados recuperados			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto irá recuperar 100% de solos degradados durante a construção	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá restaurar 100% de solos degradados já existentes?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 2	

NW 3.4 Manutenção de áreas alagadas e úmidas			
Objetivo: Manter e restaurar as funções dos ecossistemas de rios, zonas húmidas, massas de água e suas matas ciliares			
Métrica: Número de funções dos ecossistemas mantidos e restaurado			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto irá manter ou aumentar a conexão hidrológica?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá manter ou melhorar a qualidade da água?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto irá manter ou melhorar habitat?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto buscare manter ou restabelecer o transporte de sedimentos?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
As zonas húmidas e das águas superficiais serão mantidas ou restauradas durante a operação do empreendimento?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		4 de 5	

Clima e Risco

1. Emissões



CR1.1 Reduzir as emissões de gases de efeito estufa

Objetivo: Realizar uma análise do ciclo de vida completo do carbono e usar essa avaliação para reduzir a quantidade prevista de emissões líquidas de gases de efeito estufa durante o ciclo de vida do projeto, reduzindo a contribuição do projeto para a mudança climática.

Métrica: Emissões equivalentes de dióxido de carbono no ciclo de vida

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
Será realizada uma avaliação da emissão de carbono durante o ciclo de vida do projeto?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Com base na avaliação da emissão de carbono no ciclo de vida, o projeto será desenhado de uma forma que reduz substancialmente as emissões de gases de efeito estufa?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	1 de 2			

CR 1.2 Reduzir emissões de poluentes atmosféricos

Objetivo: Reduzir a emissão de poluentes: material particulado (incluindo poeiras), monóxido de carbono, óxidos de enxofre, poluentes metálicos, odores nocivos

Métrica: Medições de poluentes do ar, em comparação com os padrões adotados como ideias

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
O projeto será desenvolvido de uma forma que reduz substancialmente a poeira e odores ambientais?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
O projeto será concebido de uma forma que excede substancialmente os padrões de qualidade do ar para os seis critérios de poluentes?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	?
Total	1 de 1			

2. Resiliência

CR 2.1 Avaliar a ameaça climática

Objetivo: Desenvolver uma avaliação do impacto climático global e um plano de adaptação

Métrica: Resumo das medidas tomadas visando a preparação para variação climática e desastres naturais

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
A equipe do projeto irá desenvolver uma avaliação de impacto do clima e do plano de adaptação?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	0 de 1			

CR 2.2 Evitar vulnerabilidades

Objetivo: Evitar pontos que tornam vulnerável o empreendimento e que poderiam criar altos custos a longo prazo e riscos para as comunidades afetadas

Métrica: Avaliar os potenciais de vulnerabilidade a longo prazo bem como os riscos devido a mudanças, tais como as alterações climáticas e como estes foram abordados no projeto

Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A	
Será realizada uma revisão abrangente para identificar os riscos potenciais e as vulnerabilidades que seriam criadas ou agravadas pelo projeto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	?
O empreendedor ou a equipe do projeto irá alterar o projeto para reduzir ou eliminar riscos e vulnerabilidades?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	?
Total	1 de 1			

CR 2.3 Preparação para adaptar-se ao clima a longo prazo			
Objetivo: Preparar os sistemas de infraestrutura para suportar às consequências das alterações climáticas a longo prazo, um desempenho adequado sob condições climáticas alteradas, ou adaptar-se a outros cenários de mudanças a longo prazo			
Métrica: Verificar o grau em que o projeto foi concebido para a resiliência e adaptação a longo prazo			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto será concebido para acomodar um ambiente operacional que mude ao longo do ciclo de vida do empreendimento?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 1	
CR 2.4 Preparação para riscos de curto prazo			
Objetivo: Aumentar a resiliência e as perspectivas do projeto e local de riscos naturais e de origem humana de curto prazo e recuperação a longo prazo			
Métrica: Verificar as medidas tomadas para melhorar a proteção além de regulamentos existentes			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
Uma análise de risco será realizada cobrindo os riscos naturais e induzidas pelo homem na área do projeto?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
O projeto será concebido visando recuperar rapidamente e de forma rentável a partir de eventos de risco a curto prazo?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		1 de 2	
CR 2.5 Controlar os efeitos da ilha de calor			
Objetivo: Minimizar as superfícies com um alto índice de refletância solar para reduzir o acúmulo de calor localizado, e gerenciar microclimas			
Métrica: Percentagem de área do empreendimento que atende aos critérios de índice de refletância solar			
Questões para Avaliação:	Sim	Não	N/A
O projeto será concebido para reduzir os efeitos de ilha de calor, reduzindo o percentual de índice de reflexão solar de superfícies?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> ?
Total		0 de 1	

	Total	Respostas						
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
QL1.1 Melhorar a qualidade de vida da comunidade	3	2	1	1				
QL1.2 Estimular o crescimento e desenvolvimento sustentável	3	1	1	1				
QL1.3 Desenvolver habilidades e capacidades locais	3	2	2	2				
QL2.1 Melhorar a saúde pública e segurança	1	2						
QL2.2 Minimizar o ruído e vibração	1	1						
QL2.3 Minimizar a poluição luminosa	1	1						
QL2.4 Melhorar a mobilidade e acesso à comunidade	3	1	4	4				
QL2.5 Incentivar modelos de transporte alternativos	2	2	4					
QL2.6 Melhorar a acessibilidade local, segurança e sinalização	3	4	1	1				
QL3.1 Preservar os recursos históricos e culturais	2	4	4					
QL3.2 Preservar pontos de vista e de caráter local	2	1	1					
QL3.3 Melhorar do espaço público	2	1	2					
LD1.1 Promover uma liderança eficaz e comprometida	3	1	2	1				
LD1.2 Estabelecer um sistema de gestão da sustentabilidade	1	2						
LD1.3 Fomentar a colaboração e trabalho em equipe	3	5	2	1				
LD1.4 Prever a participação das partes interessadas	3	1	5	5				
LD2.1 Verificação de oportunidades de uso de subproduto	1	2						
LD2.2 Melhorar a Integração da Infraestrutura	3	2	1	1				
LD3.1 Planejar a manutenção a longo prazo e monitorar	2	1	2					
LD3.2 Verificar normas, regulamentos e políticas que podem causar conflito	2	2	2					
LD3.3 Prolongar a vida útil	1	1						
RA1.1 Redução da energia utilizada	2	3	2					
RA1.2 Apoiar a prática de compras sustentáveis	3	2	1	2				
RA1.3 Utilizar materiais recicláveis	2	1	1					
RA1.4 Uso de materiais da região	2	1	2					
RA1.5 Evitar o deslocamento dos resíduos para os aterros	3	2	1	1				
RA1.6 Redução dos materiais retirados e movimentados no local da obra	3	1	2	3				
RA1.7 Embasamento para a demolição e reciclagem	3	1	2	3				
RA2.1 Redução do consumo de energia	3	2	1	1				
RA2.2 Utilização de energias renováveis	2	3	1					
RA2.3 Instalação e manutenção do sistema energético	3	2	1	2				
RA3.1 Proteção das águas	7	1	1	1	1	1	3	3
RA3.2 Redução do consumo de água potável	4	2	2	1	1			
RA3.3 Sistema de monitoramento das águas	4	3	2	1	1			
NW1.1 Preservação do habitat natural	5	2	2	2	1	1		
NW1.2 Proteção das zonas alagadas (banhados) e as águas superficiais	3	1	3	1				
NW1.3 Preservação de terras produtivas	1	1						
NW1.4 Situações geológicas adversas	3	1	2	3				
NW1.5 Preservar as funções de várzea	6	3	3	2	2	1	1	
NW1.6 Evitar o desenvolvimento inadequados em encostas íngremes	2	2	2					
NW1.7 Preservação de áreas verdes	2	3	1					
NW2.1 Gerenciar águas pluviais	2	1	2					
NW2.2 Reduzir os impactos de pesticidas e fertilizantes	5	2	2	1	1	1		
NW2.3 Prevent surface and groundwater contamination	3	2	3	3	1			
NW3.1 Preservar a biodiversidade das espécies	4	2	1	1	1			
NW3.2 Controle de espécies invasoras	3	1	1	1				
NW3.3 Restaurar de solos degradados	2	2	1					
NW3.4 Manutenção de áreas alagadas e úmidas	5	1	1	1	2	1		
CR1.1 Reduzir as emissões de gases de efeito estufa	2	2	1					
CR1.2 Reduzir emissões de poluentes atmosféricos	2	1	3					
CR2.1 Avaliar a ameaça climática	1	2						
CR2.2 Evitar vulnerabilidades	2	3	1					
CR2.3 Preparação para adaptar-se ao clima a longo prazo	1	1						
CR2.4 Preparação para riscos de curto prazo	2	2	1					
CR2.5 Controlar os efeitos da ilha de calor	1	2						