

## **I-361 – USO DA METODOLOGIA BIM NA CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: ESTUDO SIMULADO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM AUXÍLIO DE FERRAMENTAS NA LINGUAGEM BIM**

**Marcos André Capitulino de Barros Filho<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Sanitária (PPgES / UFRN). Analista Ambiental do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Professor da Universidade Potiguar – UNP, Campus Natal/RN.

**Pedro Henrique Matias Dantas<sup>(2)</sup>**

Técnico em Edificações pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte e Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar.

**Lucas Vieira Fernandes<sup>(3)</sup>**

Técnico em Edificações pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte e Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar.

**Aldrin Magno Dantas Siqueira Júnior<sup>(4)</sup>**

Técnico em Edificações pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte e Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cerro Corá, 202, bl.3 ap.401, - Nova Parnamirim - Parnamirim - RN - CEP: 59151-650 - Brasil - Tel: (84) 99950-3885 - e-mail: [marcosandrebarros@hotmail.com](mailto:marcosandrebarros@hotmail.com)

### **RESUMO**

Com o desenvolvimento da tecnologia em todas as indústrias cada vez mais a forma de se trabalhar, em todas as áreas, estão se modificando. Na construção civil uma nova forma de projetar, planejar e executar está tomando espaço. A filosofia BIM vem ganhando força, pois com ela é possível desenvolver projetos cada vez mais elaborados, com detalhes mais sólidos e informações compartilháveis que podem beneficiar todas as etapas da construção civil, desde o projeto até o entrega da obra. Com essa inovação e com a necessidade básica de recursos hídricos pela sociedade se viu possível o desenvolvimento de um projeto assistido pelo método de trabalho BIM, para elaborar um projeto de rede de abastecimento de água, de forma simulada, para analisar as vantagens do processo, os níveis de detalhes dos projetos e a interação das etapas. Dessa forma, se objetiva tornar cada vez mais fácil, menos oneroso e com uma maior qualidade os projetos em geral e, principalmente, o de infraestrutura que causa efeitos diretos na vida das pessoas, de forma a trazer benefícios para toda a sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de Água, BIM, Gerenciamento de Projeto, Recursos Hídricos.

### **INTRODUÇÃO**

O *Building Information Modelling* (BIM) é uma linguagem que vem crescendo nos últimos anos para auxiliar no desenvolvimento de projetos, modelagens e interdisciplinaridade no contexto da construção civil. Essa linguagem permite que informações de várias etapas e variáveis dos ciclos de vida da edificação ou infraestrutura sejam compartilhadas entre as disciplinas (MATIAS, 2017). As principais vantagens do BIM são resultantes da sua forma de apresentação, sendo ela em modelos tridimensionais nos quais características geométricas trazem informações técnicas, facilitando o entendimento do projeto (MATIAS, 2017). Com a filosofia BIM é possível, através de softwares, desenvolver construções virtuais de obras civis, aplicando e compartilhando informações das diversas etapas do empreendimento como projeto, execução, manutenção e desconstrução. Com isso, não só os dados geométricos da construção estão presentes no projeto, como também uma série de informações como propriedades mecânicas, prazos e custos da implantação do projeto. (LINO, AZENHA, LOUREMÇO 2012)

De acordo com Azevedo (2009) é comum os profissionais receberem projetos em 2D e passarem para 3D com intuito de vender o produto para os seus clientes. Assim, a etapa de modelagem 3D já faz parte do dia a dia dos

escritórios de projeto de construção civil, porém seu potencial, como o de facilitar a execução da obra e o de prever problemas que possam ocorrer nas etapas práticas da construção, ainda é pouco explorado. É notável a praticidade de usar essa técnica também para desenvolver listagens de materiais, controlar os custos dos projetos e prazos e detectar problemas precocemente.

Vários projetos surgem com problemas que resultam em perdas de retrabalho e perda de tempo. Assim sendo, é necessária uma dinâmica mais eficiente de projetar, tanto para gerir, quanto para facilitar a execução de obras. A etapa do projeto na construção civil é de total importância para garantir a qualidade final do produto e sucesso do empreendimento. Além de guiar a execução da obra, o projeto é fundamental para garantir que a fase de execução seja economicamente viável e dotada de processos eficientes com informações relevantes para auxiliar na produção. (FABRICIO, MELHADO, 2007)

Entre os projetos de infraestrutura que são responsáveis por atender necessidades básicas do ser humano, pode-se destacar o projeto de abastecimento de água, no qual a qualidade final da obra é extremamente importante, pois é responsável pela saúde pública da região que irá atender, controlando e prevenindo doenças, facilitando hábitos de higiene da população e limpeza pública, gerando conforto e bem-estar. Também se faz importante economicamente, visto que aumenta a vida média e reduz a mortalidade, melhora a vida produtiva do indivíduo, facilita a implantação de indústrias, fomenta o turismo e facilita o combate ao incêndio (FUNASA, 2007).

Segundo Heller e Pádua (2006) uma “boa engenharia” é capaz de achar mais de uma solução para um problema avaliando caracteres positivos e negativos, tendo em vista que cada decisão resulta em reflexos de ordem econômica, social e operacional, o que torna a etapa de tomada de decisão como uma das mais importantes do projeto. No caso de um projeto de abastecimento de água, a melhor solução não é a mais econômica, moderna ou até mesmo a mais segura e, sim, a que é melhor apropriada à realidade onde será implantada a obra. Dessa forma, é possível entender a importância de fazer um projeto de qualidade, com variáveis diversas que possam ser estudadas de forma simples e revisadas, de modo a garantir a melhor eficiência do sistema. O uso do BIM permite uma melhora na execução, implantação e concepção do projeto de abastecimento de água, sendo uma ferramenta importante para oferecer mais qualidade a este tipo de projeto, que é de grande importância para a vida em comunidade.

De acordo com Azevedo (2009), o BIM em suas bases virtuais permite que qualquer alteração feita em um parâmetro dos elementos do desenho consiga alterar os demais parâmetros em todas as peças de mesma configuração, fazendo com que a análise de vida do empreendimento possa ser reanalisada diversas vezes em processos menos onerosos e mais rápidos. Além disso, vinculado com as modelagens BIM é possível integrar o orçamento com a modelagem, gerando o conceito de 5D que ajuda a administrar o custo da obra, ou seja, se torna um processo integrado que otimiza o tempo e diminui as perdas na etapa de execução, caso algum tipo de alteração precise ser feita durante a fase de obra.

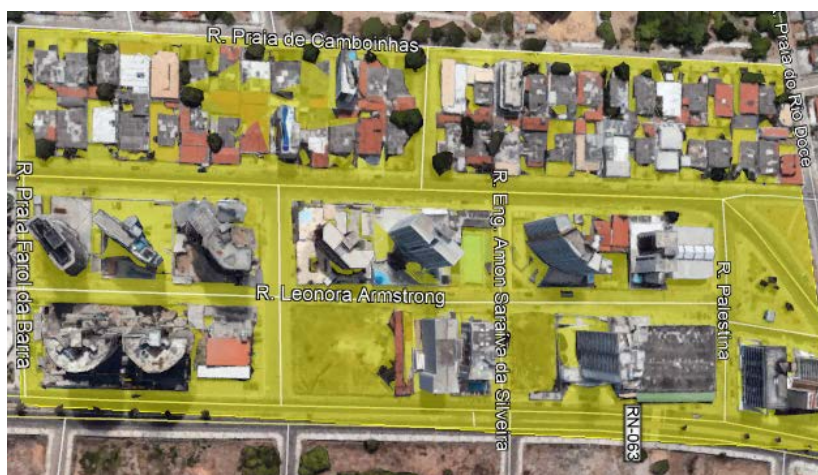
Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um projeto de abastecimento de água em uma região da cidade do Natal/RN, utilizando ferramentas de modelagem e desenho com linguagem BIM. Assim, será possível verificar o nível de detalhamento dos projetos e as informações incluídas que poderão auxiliar na sua execução e planejamento. Além disso, serão avaliados os quantitativos de materiais para facilitação de orçamento, sendo possível verificar vantagens técnicas e as etapas de execução beneficiadas com a modelagem do projeto e a facilidade para alterar ou relocar pontos chaves e peças para um melhor dimensionamento da rede.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

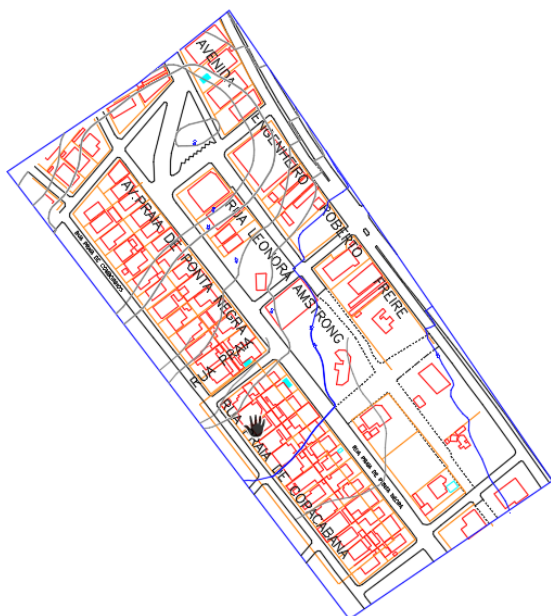
Foi escolhida uma região na cidade do Natal/RN para servir de base para o projeto de abastecimento de água (Figura 1). Obteve-se o mapa de Natal na página do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no qual constam os lotes, arruamentos e as curvas de nível dos bairros da cidade em formato .dwg. Com isso, foi escolhida, apenas para fins deste estudo, uma parcela do bairro de Ponta Negra, conforme ilustrado na Figura 2, que engloba oito quadras delimitadas pelas ruas Miguel Godeiro Primo, Dr. Anderson Dutra de Almeida, Halley Mestrinho, Praia de Camboinhas, Praia de Cristo Redentor, Dr. Anderson Dutra de Almeida, Palestina, Leonora Armstrong e as Avenidas Roberto Freire e Praia de Ponta Negra. As Figuras 3 e 4 apresentam as curvas de nível e o parcelamento do solo da área de estudo, respectivamente.



**Figura 1: Localização da área escolhida para estudo**  
 Fonte: Adaptado do Google Maps, 2019



**Figura 2: Local escolhido para estudo correspondente a uma parcela do bairro de Ponta Negra**  
 Fonte: Adaptado do Google Earth, 2019



**Figura 3: Curvas de nível da área escolhida para estudo**  
 Fonte: Adaptado da CAERN, 2005



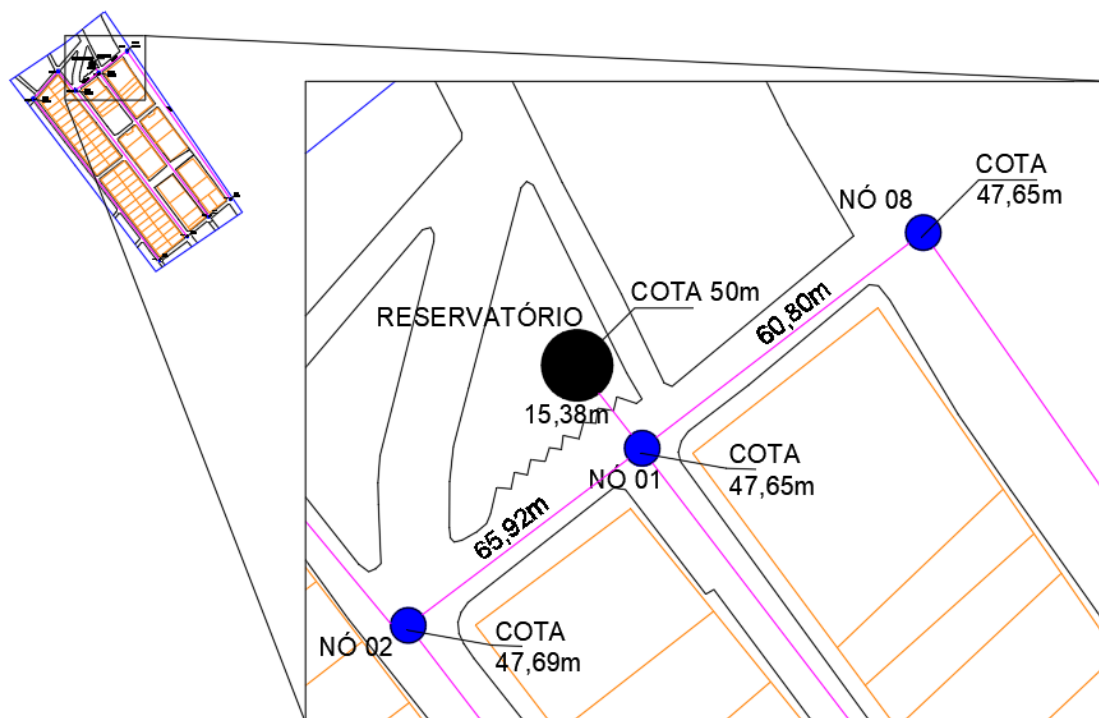
**Figura 4: Parcelamento do Solo**  
 Fonte: Adaptado da CAERN, 2005

O dimensionamento da rede foi realizado de maneira a atender às exigências e recomendações preconizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR nº 12218/1994 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Além disso, foi feito um desenho esquemático usando o software Autocad como base para a modelagem em 3D. Para a elaboração do modelo 3D e extração de quantitativos foi utilizado o software *Revit* 2019. Isso se deu de maneira simultânea, na medida em que a modelagem da maquete continha as informações importantes para outras etapas do projeto, como orçamento e dimensionamento da rede de distribuição. Com a utilização da ferramenta BIM foi possível adquirir um fluxo de trabalho apropriado para melhorar a agilidade do processo e diminuir os erros. A orçamentação do projeto, foi feita utilizando o software *OrçaFascio*, ferramenta que possui integralização de todos os bancos de custos nacionais e regionais, possibilitando a execução precisa do orçamento sintético-analítico e do cronograma físico-financeiro. Além disso, foi utilizado um plugin de integralização com o software da modelagem que extrai todos os quantitativos gerados pelo *Revit*.

Para o gerenciamento do projeto, foi utilizado o *MS Project* como ferramenta, aplicando todo o conhecimento do Guia PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) para iniciação, planejamento, execução e controle e, por fim, encerramento do projeto. A ferramenta utilizada garantiu o alcance de quatro objetivos essenciais para o sucesso do projeto, assim foi possível gerir o escopo do projeto, garantindo todas as atividades necessárias para sua execução com êxito, administrar o custo, garantindo que o projeto fosse concluído com o orçamento previsto, gerenciar o tempo, fazendo com que todas as atividades respeitassem os prazos pré-estabelecidos e verificar a qualidade, garantindo que o projeto atenda às necessidades para o qual foi criado. Diante dos desafios apresentados pela pesquisa, entender o ciclo de vida do projeto foi substancial para o seu bom desenvolvimento.

## RESULTADOS

Como exposto anteriormente, para execução do projeto foi desenvolvida uma rede de abastecimento fictícia, ilustrada com o croqui da Figura 4, com auxílio das curvas de nível e dos arruamentos adquiridos nos mapas desenvolvidos em formato DWG, pela CAERN, da cidade de Natal – RN. Dessa forma, foi possível desenvolver um dimensionamento real segundo a norma NBR nº 12218/1994, estando os resultados demonstrados nas Tabelas 1, 2 e 3.



**Figura 4: croqui da rede de abastecimento fictícia**

Fonte: Autores.

**Tabela 1: Dados do Projeto**

Fonte: Autores.

<b>DADOS DE PROJETO</b>		
<b>L Total =</b>	1849,46	m
<b>População de Projeto =</b>	1200,00	Hab.
<b>Consumo percapita =</b>	200,00	L/hab.dia
<b>Coef. K1=</b>	1,20	-
<b>Coef. K2=</b>	1,50	-
<b>Coeficiente C do material =</b>	130	-
<b>Vazão Máxima =</b>	5,00	L/s
<b>Vazão de Consumo Linear (qm)=</b>	0,0027	L/s.m
<b>Cota do Reservatório=</b>	50,00	m
<b>Nível Min. da água no Reserv. (NAR)=</b>	60,00	m



**Tabela 2: Planilha contendo o dimensionamento da rede**

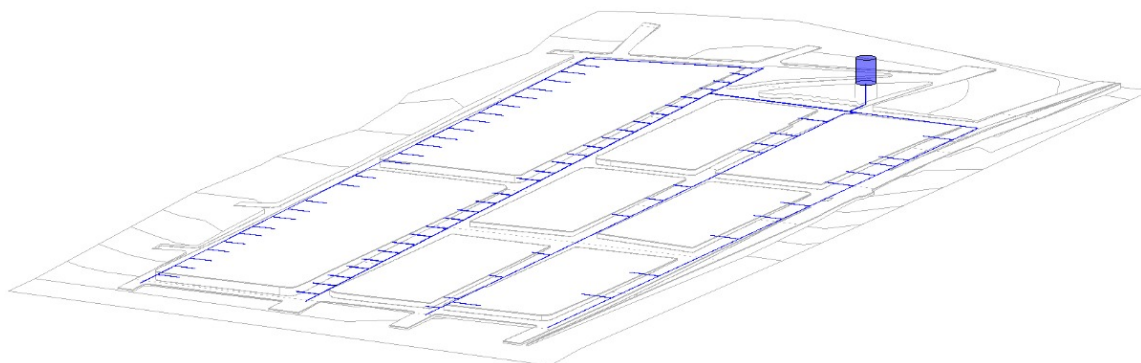
Planilha de Cálculo de Rede.										
Trecho	Nó		Extensão	Vazão (l/s)				Diâmetro	Velocidade	Perda de Carga
			(m)	Jusante	Em Marcha	Montante	Fictícia	mm ou DN	m/s	Unitária (J)
1	N9	N8	371,59	0,00	1,00	1,00	0,50	50	0,25595	0,0022
2	N8	N1	60,80	1,00	0,16	1,17	1,09	100	0,13844	0,0003
3	N7	N1	376,19	0,00	1,02	1,02	0,51	75	0,11516	0,0003
4	N4	N2	425,92	0,00	1,15	1,15	0,58	150	0,03260	0,0000
5	N6	N5	412,32	0,00	1,11	1,11	0,56	50	0,28400	0,0027
6	N5	N3	72,80	1,11	0,20	1,31	1,21	50	0,61815	0,0114
7	N3	N2	48,54	1,31	0,13	1,44	1,38	100	0,17543	0,0005
8	N2	N1	65,92	2,46	0,18	2,64	2,55	200	0,08128	0,0001
9	N1	RES	15,38	4,83	0,04	4,87	4,85	200	0,15439	0,0002
Nó	Perda de	Cota do Terreno	Cota	Cota	Pressão Disponível (mca)	Pressão Estática (mca)				
	Carga no		Piezométrica	Piezométrica						
	Trecho (Hf)	Montante	Jusante	a Montante	a Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	
N9	N8	0,830632	47,650	42,070	59,978	59,147	12,33	17,08	12,350	17,930
N8	N1	0,019378	47,650	47,650	59,997	59,978	12,35	12,33	12,350	12,350
N7	N1	0,119419	47,650	42,040	59,997	59,878	12,35	17,84	12,350	17,960
N4	N2	0,005817	47,690	42,000	59,994	59,988	12,30	17,99	12,310	18,000
N6	N5	1,117235	47,220	41,970	59,138	58,021	11,92	16,05	12,780	18,030
N5	N3	0,831606	46,980	47,220	59,970	59,138	12,99	11,92	13,020	12,780
N3	N2	0,023975	47,690	46,980	59,994	59,970	12,30	12,99	12,310	13,020
N2	N1	0,003486	47,650	47,690	59,997	59,994	12,35	12,30	12,350	12,310
N1	RES	0,002666	50,000	47,650	60,000	59,997	10,00	12,35	10,000	12,350

**Tabela 3: Planilha contendo os testes de pressões máximas e mínimas**

Fonte: Autores.

TESTE DE PRESSÕES			
P. Mín.	P. Mín.	P. Máx.	P. Máx.
11,9	11,9	13,0	18,0

Com auxílio do *software* REVIT foi possível gerar a modelagem do terreno a partir das curvas de nível em DWG e, assim, de toda a rede, produzindo várias vistas em 3D e cortes esquemáticos para auxiliar na execução, como pode ser visto na Figura 5. Além disso, foram geradas também as tabelas de quantitativos dos materiais que serão usados para execução da obra, exemplificadas nas Figuras 6 e 7, que virá a servir como base para os cálculos durante a etapa de orçamento.



**Figura 5: Modelagem da rede de abastecimento fictícia**

Fonte: Autores.

<Tubos Rígidos>		
A	B	C
Tipo	Comprimento(m)	Diâmetro
Tubulação Série PBA	1342.67 m	50.00 mm
Tubulação Série PBA	497.33 m	75.00 mm
Tubulação Série PBA	78.50 m	100.00 mm
Tubulação Série PBA	594.05 m	150.00 mm

**Figura 6: Tabela de quantitativo dos materiais – Tubos Rígidos**  
Fonte: Autores.

<Conexões para Água Fria>			
A	B	C	D
Quantidade	Sistema	Descrição	Linha
3	Água Fria	Joelho 90° 150mm	Série Normal
1	Água Fria	Joelho 90° 200mm	Série Normal
1	Água Fria	Luva Simples 75mm	Série Normal
5	Água Fria	Luva Simples 100mm	Série Normal
25	Água Fria	Luva Simples 150mm	Série Normal
6	Água Fria	Luva Simples 200mm	Série Normal
3	Água Fria	Tê 100 x 100mm	Série Normal
21	Água Fria	Tê 150 x 150mm	Série Normal
2	Água Fria	Tê 200 x 200mm	Série Normal

**Figura 7: Tabela de quantitativo dos materiais – Conexões**  
Fonte: Autores.

Os dados fornecidos pela modelagem no software *Revit*, permitiram que todos os materiais para execução do projeto fossem quantificados de forma rápida e precisa. A partir desses dados foram desenvolvidos o orçamento sintético-analítico (Figura 8 e 9) e o cronograma físico-financeiro (Figura 10) do projeto utilizando o software *OrçaFascio*. É importante ressaltar que na tecnologia BIM, o poder está na informação. O *OrçaFascio* disponibiliza vários bancos de dados nacionais e regionais que podem ser acessados simultaneamente, ou seja, apresentam um sistema de dados totalmente integralizado, fazendo assim com que o tempo de produtividade e as correções de erros sejam minimizados. Além disso, o *OrçaFascio* tem como benefício uma ferramenta de integralização com o software da modelagem (*Revit*) em que todas as informações de quantitativos são atualizadas instantaneamente durante todo o ciclo do projeto.

Obra				Bancos		B.D.I.		Encargos Sociais	
USO DA METODOLOGIA BIM NA CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA				SINAPI - 02/2019 - Rio Grande do Norte		24,31%		Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.	
				SBC - 03/2019 - São Paulo					
				SICRO3 - 07/2018 - Rio Grande do Norte					
				ORSE - 01/2019 - Sergipe					
Planilha Orçamentária Sintética									
2.2			CANTEIRO DE OBRAS					7.301,60	1,94 %
2.2.1	73847/002	SINAPI	ALUGUEL CONTAINER/ESCRT/WC C/1 VASO/1 LAV/1 MIC/4 CHUV LARG =2,20M COMPR=6,20M ALT=2,50M CHAPA ACO NERV TRAPEZ FORRO/ C/ ISOL TERMO-ACUST CHASSIS REFORC PISO COMPENS NAVAL INCL INST ELET/HIDRO-SANIT EXCL TRANSP/CARGA/DESCARGA	CANT - CANTEIRO DE OBRAS	MES	5	547,91	681,10	3.405,50 0,91 %
2.2.2	73847/003	SINAPI	ALUGUEL CONTAINER/SANIT C/2 VASOS/1 LAVAT/1 MIC/4 CHUV LARG= 2,20M COMPR=6,20M ALT=2,50M CHAPA ACO C/NERV TRAPEZ FORRO C/ ISOLAM TERMO/ACUSTICO CHASSIS REFORC PISO COMPENS NAVAL INCL INST ELET/HIDR EXCL TRANSP/CARGA/DESCARG	CANT - CANTEIRO DE OBRAS	MES	5	626,84	779,22	3.896,10 1,04 %
3			REDE DE DISTRIBUIÇÃO					216.251,22	57,54 %
3.1			ESCOVAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO					30.932,00	8,23 %
3.1.1	90100	SINAPI	ESCOVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM RETROESCOVADEIRA (0,26 M3/88 HP), LARG. DE 0,8 M A 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF. 01/2015	MOVT - MOVIMENTO DE TERRA	m³	1850	9,64	11,98	22.163,00 5,90 %
3.1.2	72898	SINAPI	CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6M3	MOVT - MOVIMENTO DE TERRA	m³	1850	3,82	4,74	8.769,00 2,33 %

**Figura 8: Planilha Sintética desenvolvida com auxílio do Orçafascio**

Fonte: Autores.

Obra				Bancos		B.D.I.		Encargos Sociais		
USO DA METODOLOGIA BIM NA CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA				SINAPI - 02/2019 - Rio Grande do Norte		24,31%		Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.		
				SBC - 03/2019 - São Paulo						
				SICRO3 - 07/2018 - Rio Grande do Norte						
				ORSE - 01/2019 - Sergipe						
Planilha Orçamentária Analítica										
1			ADMINISTRAÇÃO LOCAL						138.774,75	
1.1			PESSOAL						138.774,75	
1.1.2	Código Banco	Descrição		Tipo		Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	93567 SINAPI	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS		MES	1,0000000	16.726,91	16.726,91	
Composição	93557 SINAPI	EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - MENSALISTA		SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS		MES	0,0500000	175,31	8,76	
Auxiliar	95417 SINAPI	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - MENSALISTA		SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS		MES	1,0000000	150,10	150,10	
Auxiliar Insumo	00040813 SINAPI	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO (MENSALISTA)		Mão de Obra		MES	1,0000000	16.494,71	16.494,71	
Insumo	00040863 SINAPI	EXAMES - MENSALISTA (COLETADO CAIXA)		Material		MES	1,0000000	63,58	63,58	
Insumo	00040864 SINAPI	SEGURO - MENSALISTA (COLETADO CAIXA)		Material		MES	1,0000000	9,76	9,76	
					MO sem LS =>	16.644,81	LS =>	0,00	MO com LS =>	16.644,81
					Valor do BDI =>	4.066,31			Valor com BDI =>	20.793,22
							Quant. =>	5,0000000	Preço Total =>	103.966,10

**Figura 9: Planilha Analítica desenvolvida com auxílio do Orçafascio**

Fonte: Autores.

Obra		Bancos		B.D.I.		Encargos Sociais	
USO DA METODOLOGIA BIM NA CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA		SINAPI - 02/2019 - Rio Grande do Norte		24,31%		Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.	
		SBC - 03/2019 - São Paulo					
		SICRO3 - 07/2018 - Rio Grande do Norte					
		ORSE - 01/2019 -					
Cronograma Físico e Financeiro							
Item	Descrição	Total Por Etapa		30 DIAS			
1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	0,00%					
2	INSTALAÇÃO DA OBRA	138.774,75		0,00%			
3	REDE DE DISTRIBUIÇÃO	20.779,04		0,00%			
		216.251,22					
Porcentagem				0,0%			
Custo				0,00			
Porcentagem Acumulado				0,0%			
Custo Acumulado				0,00			
						Total sem BDI	R\$ 302.361,93
						Total do BDI	R\$ 73.443,08
						Total Geral	R\$ 375.805,01

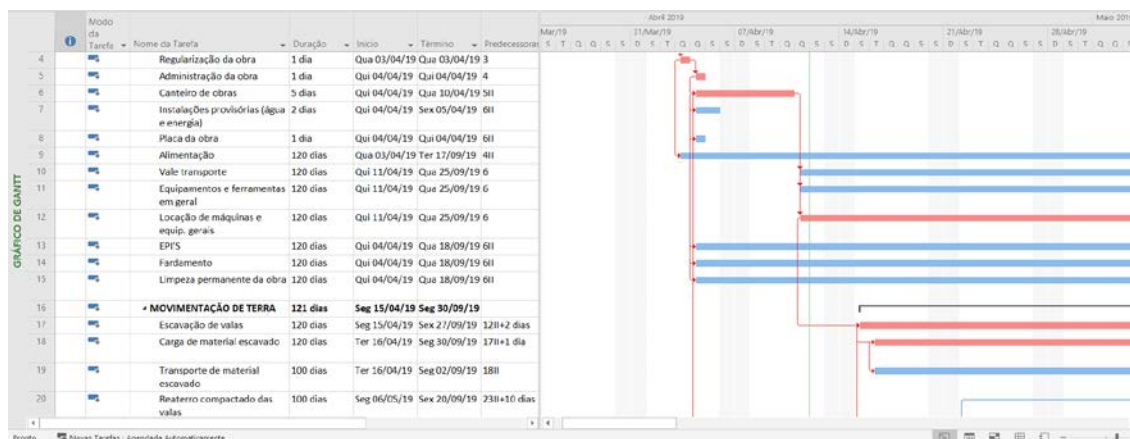
lucas.M12@hotmail.com  
Setor de Engenharia

**Figura 10: Cronograma Físico-Financeiro desenvolvida com auxílio do Orçafascio**

Fonte: Autores.



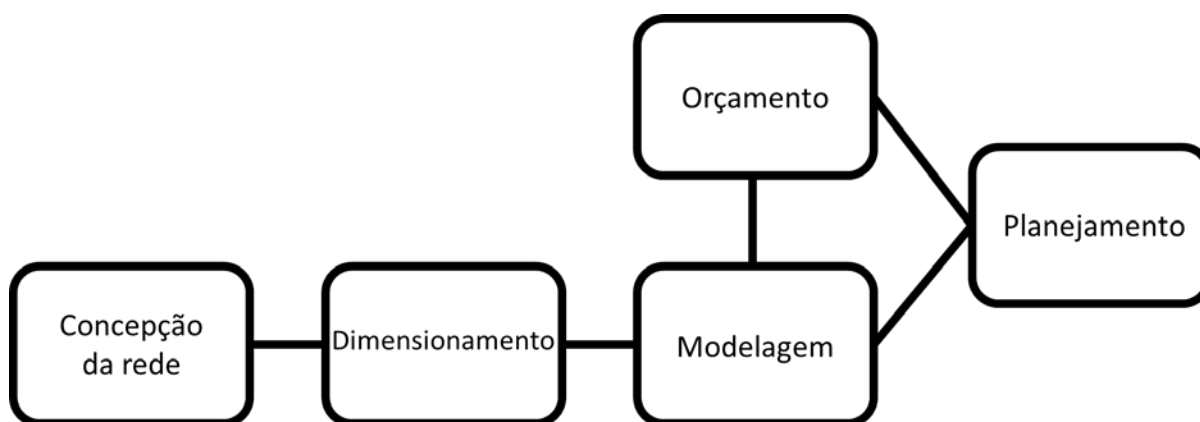
A fase de planejamento foi realizada de acordo com a ordem dos processos executivos de uma rede de distribuição de água. Com a ferramenta *MS Project* foi possível observar todas as tarefas críticas da obra (Figura 11), ou seja, tarefas que caso atrasem impactam diretamente no tempo de finalização do projeto. Além disso, a ferramenta permite visualizar as margens de atraso das tarefas não-críticas.



**Figura 11: Gráfico de GANT – Caminho Crítico**

Fonte: Autores.

Com os resultados obtidos nas cinco etapas do projeto foi possível pensar em um fluxo de trabalho (Figura 12) integrado que trouxesse uma referência de como pensar o projeto. Este foi o fluxo utilizado, porém outras ideias de coordenação de projeto também podem ser desenvolvidas a depender dos recursos e da filosofia de trabalho das equipes.



**Figura 12: Fluxo de Trabalho**

Fonte: Autores

## CONCLUSÕES

Com o fluxo de trabalho descrito, é possível observar que a utilização da filosofia BIM nos diversos projetos, entre eles os de infraestrutura de abastecimento de água, pode trazer vários benefícios para todos os envolvidos no contexto de trabalho, pois os projetistas poderão desenvolver estudos com maior qualidade técnica, gerando menor índice de retrabalho. Com isso, os executores, por sua vez, receberão um projeto mais detalhado e com melhores formas de análise, além de poder realizar alterações de maneira simples e, ainda, prever os custos e prazos que as mudanças pensadas irão trazer para a empresa. Em relação aos softwares usados na realização da pesquisa, pode-se dizer que existem muitas ferramentas dentro deles a serem estudadas que possibilitam uma nova visão das informações produzidas para uma melhor gestão e orçamentação do projeto proposto. Importante destacar também o benefício social, visto que muitas vezes os projetos de infraestrutura são desenvolvidos para atender às demandas da sociedade e, com procedimentos que trazem melhor qualidade e menor custo, é possível facilitar o acesso a esse tipo de recurso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12218/98: projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
2. AZEVEDO, O. J. M. Metodologia BIM: building information modeling na direção técnica de obras. Tese de Doutorado, p. 4 – 7, dez. 2009.
3. CAERN. Mapa de Natal completo com curvas de nível. In: IFRN. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/gildamenezes/>> Acesso em: 01 de novembro de 2018
4. FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. O Projeto na Arquitetura e Engenharia civil e a atuação em equipes multidisciplinares. Revista Tópos, v. 1, n. 2, p. 11-28, 2007.
5. FERREIRA, M. Características do ciclo de vida do projeto Disponível em: <<http://theprojectmanangerr.blogspot.com/2016/02/caracteristicas-do-ciclo-de-vida-do.html>> Acesso em: 01 de novembro de 2018
6. HELLER, L.; DE PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG, p. 29 – 34. 2006.
7. LINO, J. C.; AZENHA, M.; LOURENÇO, P. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. BE2012-Encontro Nacional Betão Estrutural, p. 2 – 3, out. 2012.
8. MATIAS, M. R. M. Aplicação de conceitos Building Information Model (BIM) ao Sistema Light Steel Framing (LSF): estudo de caso. Tese de Doutorado, p. 39 – 40, mar. 2017.
9. MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais. Editora Vozes Limitada, 2017.
10. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). São Paulo: Project Management Inst-id, 2008.
11. SAÚDE, Ministério da. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. Brasília p. 35 – 36. 2007.
12. VARGAS, R. V. Gerenciamento de Projetos com o Microsof Project 98. Rio de Janeiro: BRASPORT Livros e Multimídia, 1998.
13. ANTÔNIO FASCIO. PORQUE USAR O ORÇAFASCIO? 2018. Disponível em: <<http://blog.orcafascio.com/porque-usar-o-orcafascio/>>. Acesso em: 27 mar. 2019.
14. ANTÔNIO FASCIO. ORÇABIM: INTEGRAÇÃO COM REVIT PARA ORÇAMENTOS NA TECNOLOGIA BIM. 2019. Disponível em: <<http://blog.orcafascio.com/orcabim/>>. Acesso em: 27 mar. 2019.