



9936 - SIMULAÇÃO HIDRÁULICA DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DE TUBARÃO - SC

William Gomes Figueiredo ⁽¹⁾

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2009) e MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (2011), tem mais de 9 anos de experiência na área de saneamento básico, com ênfase em gestão de investimento.

Stefani Corrêa dos Santos ⁽²⁾

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2015), Pós-graduação em Engenharia de Qualidade pela Universidade Cândido Mendes – Instituto Prominas (2018), Pós-Graduação em Infraestrutura Urbana pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2018).

Endereço ⁽¹⁾: Rua. Dorvino Coradine, 172 – Fabio Silva - Tubarão - SC - CEP: 88702-830 - Brasil - Tel: +55 (48) 3052-7086 - e-mail: william.figueiredo@tbssa.com.br.

RESUMO

A necessidade do equilíbrio econômico e uma melhor prestação de serviços à coletividade impõe das empresas prestadoras de serviços a constante expansão de sua infraestrutura, grandes são os desafios para atender os clientes de forma satisfatória. Dentre essas tecnologias está a modelagem hidráulica, ferramenta disponível em âmbito nacional e internacional, principalmente devido a facilidade e rapidez no cálculo propiciadas pelo desenvolvimento tecnológico, tanto no que diz respeito ao *hardware* e ao *software*. As tecnologias podem facilitar o gerenciamento destes dados, pois são uma maneira de representar adequadamente o conjunto de informações necessárias à tomada de decisões em assuntos relacionados a redes de esgoto sanitário.

A empresa está visualizando o *SewerCAD* como uma ferramenta indispensável para o avanço das suas operações decidindo investir efetivamente nessa moderna tecnologia, conseguindo por meio dela, alcançar com sucesso resultados desejados, elevando sua produtividade e melhorando a prestação de serviços para os seus clientes internos e externos. Este projeto tem como objetivo descrever algumas aplicações práticas do *software SewerCad*, já em uso na área técnica da Tubarão Saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento, Esgotamento Sanitário, Investimento.

INTRODUÇÃO

Um sistema de esgotamento sanitário é definido como um conjunto de obras e instalações destinadas a propiciar a coleta, afastamento, tratamento e disposição final dos esgotos. Os investimentos para a implantação do sistema de esgotamento sanitário são expressivos, o que torna necessário a busca por ferramentas que auxiliem as tomadas de decisão.

Os municípios passam constantes mudanças, seja por alteração de leis que afetem o contrato de concessão, tais como: plano diretor, código de obras, zoneamento urbano e perímetro urbano, ou por implantação de novos empreendimentos, como condomínios e loteamentos. Para acompanhar a evolução da cidade, torna-se necessário a utilização de ferramentas que permitam uma avaliação ágil das mudanças.

A finalidade deste trabalho é apresentar a metodologia adotada para analisar o desempenho do futuro sistema de esgotamento sanitário do município de Tubarão/SC. Este modelo foi desenvolvido com o auxílio do *software SewerCAD* da empresa Bentley.

OBJETIVO

Exportar todos os projetos executivos do sistema de esgotamento sanitário do município de Tubarão para um *software* de modelagem hidráulica, permitindo uma avaliação rápida das mudanças de projeto ou de premissas.



METODOLOGIA UTILIZADA

Os projetos executivos do sistema de esgotamento sanitário de Tubarão foram realizados entre os anos de 2013 e 2016, sendo este projeto com o auxílio do *software SanCAD* e planilhas em *Excel*, conforme figura 1 abaixo.

SISTEMA SANCAD - PLANILHA DE DADOS FINAIS TUBARÃO/SC PROJETO BÁSICO - BACIA 5.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

19/08/2016

Trecho	PVM	PVJ	Comp (m)	CTM (m)	CTJ (m)	CCM (m)	CCJ (m)	PRFM (m)	PRFJ (m)	Diam (m)	Decl (m/m)	Q Real Ini (l/s)	Q Real Fim (l/s)	Veloc Ini (m/s)	Veloc Fim (m/s)	Veloc Crit (m/s)	Tratava (Pa)	H/D Ini	H/D Fim	Observ.
052-001	PV5-252	PV5-253	19.00	45.800	42.000	44.750	40.950	1.050	1.050	150	0.20000	0.002	0.023	1.89	1.89	1.75	16.30	0.09	0.09	
052-002	PV5-253	PV5-254	29.22	42.000	39.000	40.950	37.950	1.050	1.050	150	0.10267	0.004	0.058	1.50	1.50	1.89	9.73	0.11	0.11	
052-003	PV5-254	PV5-255	67.13	39.000	35.000	37.950	33.950	1.050	1.050	150	0.05959	0.010	0.139	1.24	1.24	2.01	6.38	0.12	0.12	
052-004	PV5-255	PV5-256	44.03	35.000	27.000	33.950	25.950	1.050	1.050	150	0.18169	0.014	0.191	1.82	1.82	1.77	15.13	0.09	0.09	
052-005	PV5-256	PV5-257	12.90	27.000	24.000	25.950	22.950	1.050	1.050	150	0.23256	0.015	0.207	1.99	1.99	1.72	18.31	0.09	0.09	
052-006	PV5-257	PV5-258	83.94	24.000	8.400	22.950	7.350	1.050	1.050	150	0.18585	0.022	0.308	1.84	1.84	1.76	15.40	0.09	0.09	
052-007	PV5-258	PV5-259	52.41	8.400	8.300	7.350	7.199	1.050	1.101	150	0.00289	0.027	0.371	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-008	PV5-259	PV5-260	102.65	8.300	6.000	7.199	4.950	1.101	1.050	150	0.02191	0.035	0.494	0.87	0.87	2.24	2.94	0.15	0.15	
052-009	PV5-260	PV5-261	62.19	6.000	5.800	4.950	4.750	1.050	1.050	150	0.00322	0.041	0.569	0.44	0.44	2.77	0.66	0.25	0.25	
052-010	PV5-261	PV5-262	74.98	5.800	7.000	4.750	4.533	1.050	2.467	150	0.00289	0.047	0.659	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-011	PV5-262	PV5-263	96.74	7.000	5.300	4.533	4.250	2.467	1.050	150	0.00289	0.055	0.775	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-012	PV5-263	PV5-264	29.33	5.300	4.600	4.250	3.550	1.050	1.050	150	0.02387	0.058	0.810	0.90	0.90	2.22	3.14	0.15	0.15	
052-013	PV5-264	PV5-265	79.52	4.600	4.000	3.550	2.950	1.050	1.050	150	0.00755	0.065	0.906	0.60	0.60	2.53	1.28	0.20	0.20	
052-014	PV5-265	PV5-266	70.17	4.000	5.600	2.950	2.747	1.050	2.853	150	0.00289	0.071	0.990	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-015	PV5-266	PV5-267	97.26	5.600	4.700	2.747	2.466	2.853	2.234	150	0.00289	0.079	1.107	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-016	PV5-267	PV5-268	41.39	4.700	4.710	2.466	2.346	2.234	2.364	150	0.00289	0.083	1.156	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-017	PV5-268	PV5-269	91.36	4.710	4.500	2.346	2.082	2.364	2.418	150	0.00289	0.091	1.266	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-018	PV5-269	PV5-270	68.13	4.500	4.000	2.082	1.885	2.418	2.115	150	0.00289	0.096	1.348	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-019	PV5-270	PV5-271	83.58	4.000	4.000	1.885	1.643	2.115	2.357	150	0.00289	0.104	1.448	0.43	0.43	2.80	0.60	0.25	0.25	
052-020	PV5-271	PV5-272	87.52	4.000	3.600	1.643	1.390	2.357	2.210	150	0.00289	0.111	1.553	0.43	0.43	2.83	0.60	0.25	0.26	

Página: 1

Em destaque os trechos que não atendem a condição de lâmina d'água ou tensão tratativa

Figura 1: Planilha de dimensionamento de rede coletora em SanCAD.

No início do ano de 2017, contratamos uma consultoria para migrar todo projeto do sistema de esgotamento sanitário para o *software SewerCAD*.

A migração do projeto foi gerada a partir dos resultados obtidos através do *software SANCAD*, cujas planilhas finais foram importadas para o *software SewerCAD*.

Para tanto, as planilhas finais do *SANCAD* foram exportadas para o formato *Excel* e organizadas em um único arquivo com duas abas:

- Aba PV, onde foram organizados em linhas os PVs e PVI's por nomenclatura e tendo, nas colunas, as coordenadas UTM's X e Y, as cotas do terreno e as cotas de fundo.
- Aba Tubulação, planilha diretamente importada dos resultados finais do *SANCAD*. Contudo, minimamente, nomenclatura do trecho, PV/PVI montante, cota de terreno/ topo dos PV/PVI, cota do coletor de montante dos PV/PVI.

Para evitar problemas de duplicidade de nomenclatura, as unidades do sistema coletor seguem o seguinte procedimento de identificação:

- PVx-nnn, de visita do sistema coletor, onde X é a identificação da bacia e nnn a identificação sequencial do PV dentro da bacia.
- PVI-nnn, poço de transição da linha de recalque para o sistema coletor, correspondente a estação elevatória de esgoto identificada pela sua nomenclatura.
- PVT-EEE N, poço de transição da linha de recalque para o sistema coletor, correspondente a estação elevatória de esgoto identificada pela sua nomenclatura.
- J-n, junção de tubulação pressurizada, identificada por numeração sequencial.



- Rx/yyy-nnn, segmento de rede onde X é a identificação da bacia de esgotamento, yyy é a identificação sequencial do coletor e nnn é a identificação sequencial do segmento de rede.
- Cx/y-n, segmento de coletor tronco ou interceptor, onde x é a identificação sequencial dos coletores, y é a identificação do trecho do coletor, e n é a identificação sequencial do segmento de rede.
- T-EEE N, segmento a gravidade que faz a transição entre o PVT e o PV da rede ou PVI dos interceptores, onde N é o nome da estação elevatória de esgoto cuja Linha de Recalque o PVT se refere.
- P-n, tubulação pressurizada correspondente a sucção ou ao barrilete das elevatórias, numeradas sequencialmente.
- LR-EEE N, tubulação pressurizada correspondente a Linha de Recalque, onde N é o nome da elevatória a que se refere.
- PS-EEE N, poço de sucção, onde N é o nome da elevatória a que se refere.
- EEE N, estação elevatória de esgotos, onde N é o nome que a identifica.
- ETE FIGUEIRA: é o ponto final de chegada de todo o sistema de esgotamento.

TUBULAÇÃO

O traçado das tubulações deu-se no cenário base, cenário inicial, identificando-se o material e o diâmetro de cada segmento, adotando-se a seguinte convenção de cores:

Valor <=	Cor
150	0; 0; 255
200	0; 255; 0
250	255; 0; 0
300	
350	
400	
450	255; 0; 255
500	192; 0; 192
600	255; 255; 0
700	0; 255; 255

Figura 2: Convenção de cores por diâmetro de tubulação

As tubulações foram consideradas como falsamente ativas no item topologia ativas, no cenário base, passando para verdadeiramente ativas conforme previsão de implantação, em acordo com a sequência a seguir:

- Cenário Base: Todas as unidades falsamente ativas.
- Cenário 2019: Bacias de Esgotamento R13.1 e R14 verdadeiramente ativas; unidades do EEE/LR Braz e da ETE Figueira, verdadeiramente ativas; demais unidades, falsamente ativas.
- Cenário 2021: Unidades verdadeiramente ativas do cenário 2019 acrescidas das regiões de esgotamento R13.2 e R12, unidades do /EEE/LR SANTOS DUMONT, verdadeiramente ativas; demais unidade, falsamente ativas.
- Cenário 2031: Unidades verdadeiramente ativas do cenário 2021 acrescida das demais bacias necessárias para chegar a 88% de cobertura.
- Cenário 2041: Todas as unidades estarão verdadeiramente ativas.
- Cenário Saturação: Todas as unidades estarão verdadeiramente ativas.



O coeficiente de rugosidade de cada segmento de tubulação pressurizada foi adotado em acordo com o material, avaliado em função das perdas de carga observadas durante a validação do modelo, tendo-se observado os seguintes valores:

- Tubulação em PVC: $C = 140$;
- Tubulação em PEAD: $C = 150$;
- Tubulação em F^oF^o: $C = 130$.

Para os segmentos a gravidade, foram observados os seguintes valores para os coeficientes de rugosidade para tubulação operando como canal:

- Tubulação em PVC: $n=0,010$;
- Tubulação em Concreto: $n=0,013$.

POÇOS DE VISITA

No início e final de cada trecho de esgotamento a gravidade foram previstos poços de visita, cuja profundidade foi definida de forma a acomodar as tubulações de chegada e a tubulação de saída. Para visualizar as profundidades previstas para cada PV ou PVI, foi adotado o seguinte código de cores:

Profundidade <=	Cor
3,50	Verde
4,00	Azul
4,50	Laranja
5,00	Púrpura
>5,00	Azul Escuro

Figura 3: Convenção de cores por profundidade de PV.

POÇOS DE SUÇÃO

O modelo foi desenhado com 50 Poços de Sucção para acomodar e atender as condições operacionais necessárias dos equipamentos dimensionados para cada elevatória.

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

No total foram desenhadas 50 elevatórias de esgoto, e inseridas também as suas respectivas curvas.

MODELO HIDRÁULICO FINAL

O modelo finalizado conta com 61 bacias, 50 elevatórias de esgoto, 50 linhas de recalque e uma estação de tratamento de esgoto. Na figura 4, podemos observar o modelo com o cenário inicial ativo.

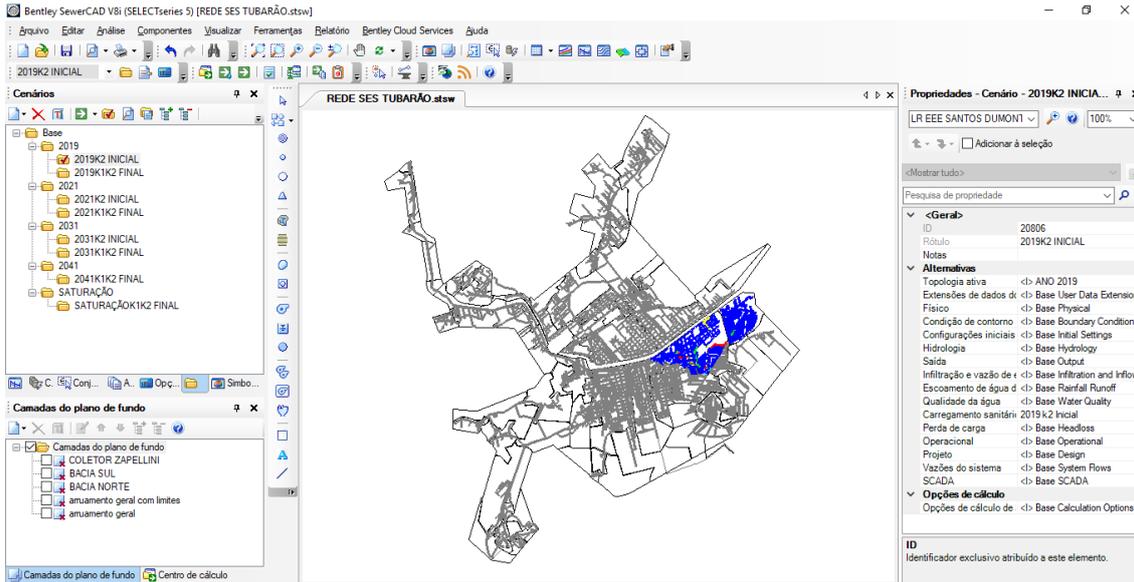


Figura 4: Modelo hidráulico da cidade de Tubarão/SC, cenário 2019 ativo.

Concluído o modelo hidráulico, podemos extrair o perfil de cada trecho, e verificar o comportamento hidráulico, conforme figura 5.

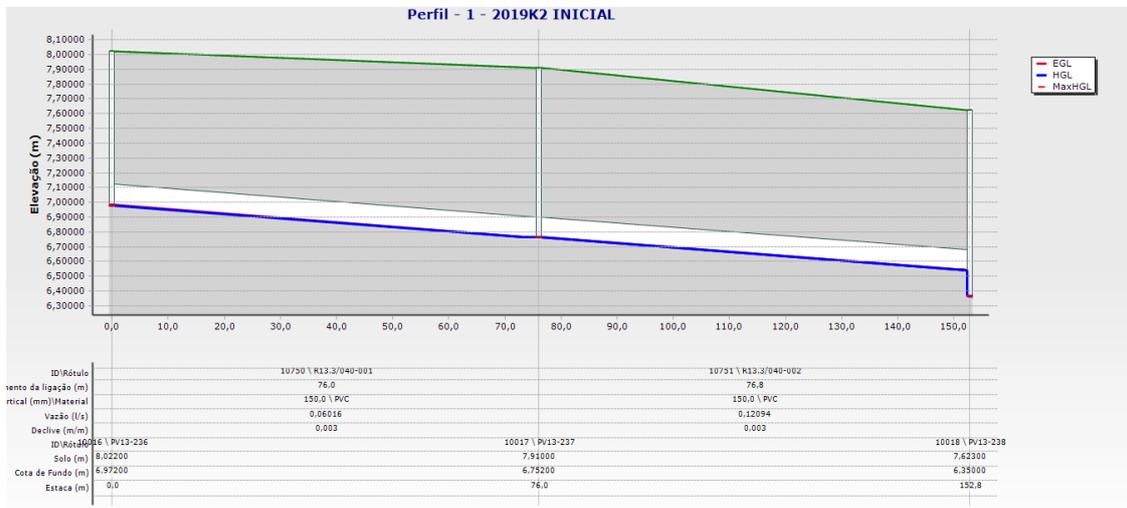


Figura 5: Planta perfil extraída do *SerwerCAD*.

Cada elevatória de esgoto conta com a curva característica da bomba escolhida, assim podemos verificar o seu comportamento, a figura 6 demonstra a tela de definições de bomba.

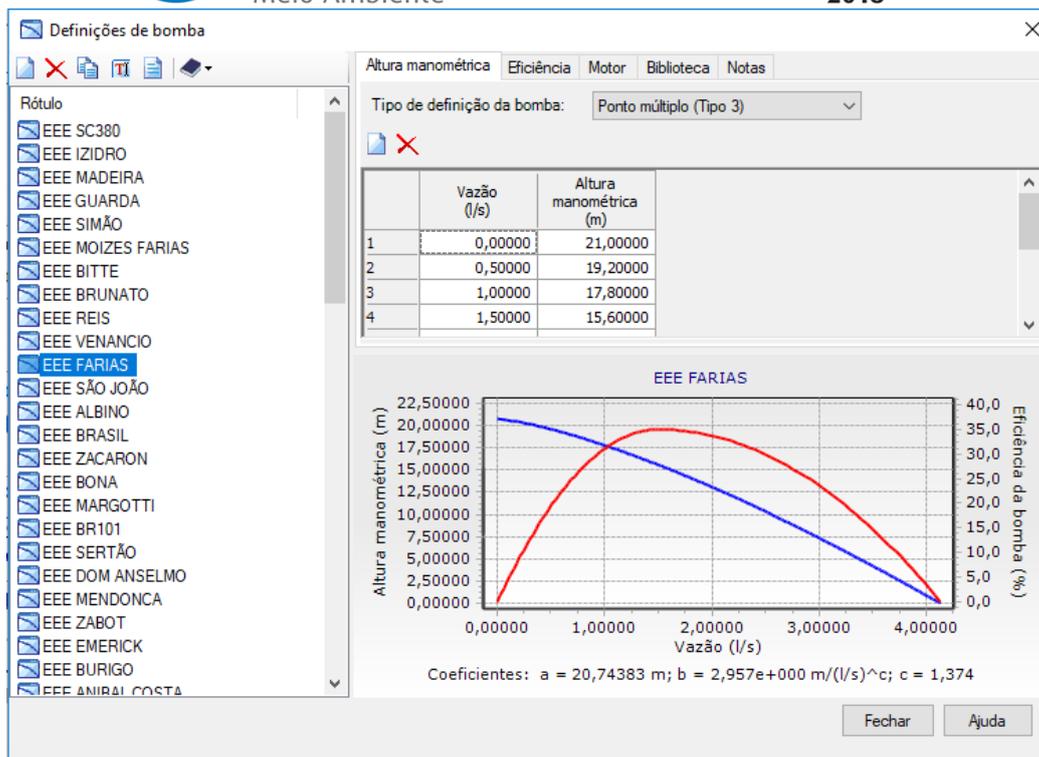


Figura 6: Definição das bombas das Estações elevatórias de esgoto.

O processo de migração e validação do modelo foi iniciado em março de 2017 e concluído em outubro de 2017.

RESULTADOS OBTIDOS

Com a implantação do projeto, esperamos ter agilidade na tomada de decisão e confiabilidade nas informações, sendo elas:

- Capacidade de realizar ajustes ocorridos no projeto durante a execução das obras, como por exemplo, mudança de declividade, alteração do traçado de rede e verificação das suas consequências, analisando o projeto de forma global.
- Facilidade para estudar a inserção de novos empreendimentos, visualizando o seu impacto no sistema de esgotamento sanitário projetado, dando embasamento para emissão da viabilidade técnica para cada novo empreendimento.
- Possibilidade realizar estudos técnicos, levando em consideração as mudanças da legislação vigente, como exemplo: plano diretor, código de obras, zoneamento urbano e perímetro urbano.
- Atualização da simulação hidráulica, extraindo as informações do volume micro medido de água do *software Sansys*, vinculando a uma coordenada x,y através do *ArcGis*, possibilitando a análise das condições reais de operação do sistema proposto ou existente.

Para obter os resultados esperados precisamos estar sempre atualizando o modelo.

POTENCIAL DE REPLICABILIDADE

A modelagem hidráulica do sistema de esgotamento sanitário, pode ser implantado em qualquer operação, desde que se tenha as informações das redes, poços de visita, estações elevatórias e estações de tratamento de esgoto existentes ou projeto básico do sistema que se pretende implantar.

Para uma interação entre ferramentas Gis e CAD é importante que toda parte gráfica esteja no mesmo sistema de coordenadas geográficas.



ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

INVESTIMENTOS REALIZADOS

Para implantação do projeto, investimos na aquisição de uma licença do *software SerwerCAD*, treinamento da equipe técnica para utilização da ferramenta e contratação de um escritório de projeto para migração das informações do *SANCAD* e planilhas em *Excel* para o modelo hidráulico. Os investimentos foram realizados em 2017, conforme tabela 1.

Tabela 1: Investimentos Realizados Para Implantação Do Projeto.

Descrição	Quant.	Unid.	Preço Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
<i>Software SerwerCAD</i>	1	unid.	60.190,05	60.190,05
Treinamento <i>SerwerCAD</i>	1	vb	5.900,00	5.900,00
Migração <i>SanCAD</i> para <i>SewerCAD</i>	1	vb	93.000,00	93.000,00
Investimento Total				159.090,05

IMPACTOS DO PROJETO

IMPACTO AMBIENTAL

Com a utilização da ferramenta, teremos condição de escolher as melhores soluções técnicas para o sistema, e como consequência, haverá redução do impacto ambiental gerado pela implantação das redes e demais implementos necessários para iniciar o sistema.

IMPACTO FINANCEIRO

O projeto trará um retorno financeiro a curto, médio e longo prazo, devido a flexibilidade que o modelo hidráulico nos dará para resolvermos os problemas diários da operação. Todos os investimentos que serão realizados na operação poderão ser simulados no *software*, consequentemente, adotaremos sempre as soluções que trarão os melhores resultados financeiros.

Esta prática já vem sendo atualizada para o sistema de abastecimento de água, desde de 2013, através do *WaterCAD*, onde todos os investimentos previstos são simulados no *software*, para posterior inserção no plano de investimentos.

CONCLUSÃO

Este projeto foi concebido com a participação da Agência Reguladora de Saneamento de Tubarão, Prefeitura Municipal de Tubarão e Tubarão Saneamento, através de reuniões.

Com a implantação do projeto conseguiremos atender as demandas do poder concedente e da sociedade, sendo a primeira delas, a avaliação dos empreendimentos situados em área de expansão urbana. O projeto nos credencia a participar do concurso da *Bentley*, podendo chegar a participar do prêmio internacional, que acontece anualmente. Estamos falando de um projeto que acabou de ser concluído, e ainda podemos explorar muito, para melhorar a imagem da empresa.

A Tubarão Saneamento possui, cadastro das redes em *Gis*, simulação do sistema de abastecimento de água, simulação do sistema de coleta de esgoto e automação das unidades existentes e com a integração destas ferramentas ao cadastro comercial, temos condições de realizar inúmeros estudos, envolvendo sempre os setores comercial, operacional, investimento e direção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.
2. <https://www.bentley.com/pt/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/sewercad>