



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

Rafael Marisco Bertei

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O GERENCIAMENTO DE
REDES DE INFRAESTRUTURA URBANA**

Orientador: Adalberto Pandolfo, Dr.

Coorientador: Francisco Dalla Rosa, Dr.

**Passo Fundo
2013**

Rafael Marisco Bertei

**DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR MANAGEMENT OF
URBAN NETWORK INFRASTRUCTURE**

Orientador: Adalberto Pandolfo, Dr

Coorientador: Francisco Dalla Rosa, Dr.

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

Passo Fundo
2013

Rafael Marisco Bertei

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA O GERENCIAMENTO DE REDES
DE INFRAESTRUTURA URBANA

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

Data de aprovação: Passo Fundo, 27 de Março de 2013.

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação.

Professor Adalberto Pandolfo, Dr.
Orientador

Professor Francisco Dalla Rosa, Dr.
Coorientador

Professora Adriana Soares Pereira, Dra.
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Professor Juan Mascaró, Dr.
Universidade de Passo Fundo - UPF

Professora Vera Maria Cartana Fernandes, Dra.
Universidade de Passo Fundo - UPF

Passo Fundo
2013

Dedicatória

Aos meus pais João Carlos (in memoriam) e Cleone, e à minha filha amada Valentina.

Agradecimentos

Ao professor Adalberto Pandolfo, que nunca mediu esforços e sempre presente em minhas orientações e dúvidas.

Ao IFSul, pelo financiamento e apoio concebido aos meus estudos.

RESUMO

As redes de infraestrutura urbana podem apresentar não conformidades, o que ocasiona interrupção ou redução do nível de serviço prestado a seus usuários. Em muitas cidades, esses serviços não atendem de forma adequada à população devido à deterioração de seus componentes ou ao seu uso excessivo. A inadequação desses serviços acontece em virtude da necessidade de otimizar seu funcionamento através de mecanismos que auxiliem os gestores a monitorar e gerenciar, de forma mais eficiente, às redes de infraestrutura e seus componentes. Esta dissertação tem como objetivo geral propor o desenvolvimento de um sistema de informação que possa ser aplicada às redes de infraestrutura urbana e também prediais. Inicialmente foi realizado um diagnóstico do sistema atual de informação para o gerenciamento das redes de infraestrutura urbana. Em um segundo momento, desenvolveu-se a caracterização do sistema de informação operacional aplicada às redes de infraestrutura urbana e predial; e por fim, foi feito o desenvolvimento de um sistema de informação para o gerenciamento de redes de infraestrutura, a qual foi utilizada no Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Passo Fundo, como elemento de estudo para sua validação. Foram realizadas entrevistas e análise documental para o diagnóstico, o qual apresentou como resultado a forma de controle, é realizada manualmente para o armazenamento das informações relacionadas às redes identificadas no instituto. Na caracterização, foi realizada a elaboração de um questionário para obter os resultados de todos os elementos que compõem as redes, apresentando suas funcionalidades, identificando seus problemas e demandas. Esse levantamento serviu de base para o processo de alimentação dos dados e do desenvolvimento do sistema de informação que proporcionou melhor operacionalização, mantendo segurança e integridade das informações. O sistema de informação visa facilitar o armazenamento dos dados, agilidade no processo de cadastramento e geração de relatórios, facilitando e contribuindo para o seu manuseio. Assim o sistema oferece auxílio ao gestor em suas tomadas de decisões, proporcionando melhoramento, controle na manutenção dos componentes e gerenciamento das redes de infraestrutura urbana e também prediais.

Palavras-chaves: Infraestrutura Urbana, Sistema de Informação, IFSul.

ABSTRACT

Networks of urban infrastructure can present nonconformities, which causes interruption or reduction in the level of service provided to its users. In many cities, these services do not cater adequately to the population due to deterioration of its components or its overuse. The inadequacy of these services is because of the need to optimize their functioning through mechanisms that help managers to monitor and manage, more efficiently, networks and infrastructure components. This paper aims to propose the overall development of an information system that can be applied to networks of urban infrastructure and also building. Initially it was a diagnosis of the current system of information for network management of urban infrastructure. In a second step, was developed to characterize the operational information system applied to networks of urban infrastructure and land, and eventually was made the development of an information system for managing network infrastructure, which was used in Federal Institute of South-Rio Grande, Campus Step Fund, as part of its validation study for. Interviews and document analysis for the diagnosis, which had resulted in the form of control is performed manually for storing information related to networks identified in the institute. The characterization was performed preparation of a questionnaire to get the results of all the elements that make up the networks, presenting its functionalities, identifying their problems and demands. This survey was the basis for the process of feeding the data and development of the information system that provided better operationalization, maintaining security and integrity of information. The information system aims to facilitate the storage of data, flexibility in the process of registering and reporting, facilitating and contributing to its handling. Thus the system provides assistance to managers in their decision making, providing improved control, maintenance of components and management of urban infrastructure networks and also building.

Keywords: Urban Infrastructure, Information System, IFSUL.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	8
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Considerações Iniciais.....	10
1.2 Problema de Pesquisa.....	11
1.3 Justificativa	13
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo Geral.....	15
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15
1.5 Escopo e delimitação da pesquisa	16
1.6 Estrutura da dissertação.....	16
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Histórico dos Institutos Federais, segundo (IFSul, 2011)	17
2.2 Sistemas de Informação	20
2.2.1 Histórico	20
2.2.2 Revisão Teórica – Sistemas de Informação	21
2.2.3 Revisão Metodológica - Sistemas de Informação	24
2.2.3 Revisão do Estado da Arte - Sistemas de Informação.....	27
2.3 Processo Desenvolvimento de Software	29
2.3.1 Engenharia de Software	29
2.3.2 UML – Unified Modeling Language.....	34
2.4 Redes de Infraestrutura Urbana.....	39
2.4.1 Revisão Histórica	39
2.4.2 Revisão Teórica.....	41
2.4.2.2 Subsistema de Drenagem Pluvial	43
2.5 Manutenção de Equipamentos de Redes de Infraestrutura Urbana.....	52
2.5.1 Definições de Manutenção	52
2.5.2 Formas de Manutenção	53
3 MÉTODO DA PESQUISA.....	55
3.1 Caracterização do Objeto de Estudo	55
3.2 Classificação da Pesquisa.....	56
3.3 Procedimento Metodológico	57
3.3.1 Etapa 1: Diagnóstico do Sistema Atual de Informação para o Gerenciamento das Redes de Infraestrutura	58
3.3.2 Etapa 2: Caracterização do Sistema de Informação Operacional Aplicada às Redes de Infraestrutura	58
3.3.3 Etapa 3: Desenvolvimento de um sistema de informação para o gerenciamento de redes de infraestrutura urbana IFSul – Campus Passo Fundo	59
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	62
4.1. Etapa1: Diagnóstico do Sistema Atual de Informação para o Gerenciamento das Redes de Infraestrutura – IFSul Campus Passo Fundo.....	62
4.2. Etapa 2: Caracterização do Sistema de Informação Operacional Aplicado às Redes de Infraestrutura – IFSul campus Passo Fundo.....	65
4.2.1 Rede de Energia Elétrica.....	65
4.2.2 Rede Abastecimento de Água Potável	66
4.2.3 Rede de Esgoto Sanitário	68
4.2.4 Rede Pluvial	69
4.2.5 Rede de Pavimentação	70

4.3. Etapa 3: Desenvolvimento de um Sistema de Informação para o Gerenciamento de Redes de Intraestrutura IFSul – campus Passo Fundo	72
4.3.1 Fase 3.1: Estudo Inicial do Sistema	72
4.3.2. Fase 3.2: Análise e Projeto do Sistema	73
4.3.3 Fase 3.3: Codificação e Aspectos Gerais do Sistema.....	76
4.3.4 Fase 3.4: Implementação do Sistema	88
4.4 Considerações Finais.....	95
5 CONCLUSÕES.....	97
5.1 Conclusão do trabalho.....	97
5.2 Sugestões para trabalhos futuros	98
REFERÊNCIAS	100
ANEXOS.....	104
APÊNDICES.....	110

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, serão apresentados, através de cinco principais itens, a problemática de pesquisa, a justificativa para o tema, os objetivos da pesquisa, a delimitação do trabalho e a estrutura da dissertação.

Também será discutido o problema relacionado à necessidade de mecanismos para gerenciamento de redes de infraestrutura urbana, que são serviços essenciais para qualquer atividade relacionada ao setor produtivo. Dentre estes, destacam-se a rede de abastecimento de água, a rede de energia elétrica, a rede drenagem pluvial e esgotos e redes de pavimentação.

1.1 Considerações Iniciais

A ideia geral é a de que os serviços de infraestrutura básica existem para preencher a necessidade que é comum às atividades da vida urbana, principalmente a que garante que se tenha acesso a serviços de energia elétrica, água e esgoto, transportes, e outros serviços essenciais sem os quais diversas atividades ficariam impossibilitadas. Sua existência seria prejudicada se a carência desses serviços fosse permanente.

De forma geral, as atividades produtivas e as atividades domésticas urbanas dependem diretamente das condições de acesso a esses serviços de infraestrutura básica. Não se pode pensar no espaço urbano sem relacioná-lo com infraestrutura, pois é ela "que possibilita seu uso e, de acordo com a sua concepção, se transforma em elemento de associação entre a forma, a função e a estrutura" (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

O espaço urbano e as redes de infraestrutura, quando racionalmente planejados, potencializam as relações do homem, através da qualidade de vida, valorizando a paisagem e preservando o meio ambiente. Quando ocorre o desencontro entre espaço e infraestrutura, o conjunto urbano apresenta-se como fragmentos de um catálogo incoerente de elementos que não estão articulados entre si (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

Como muitas redes de infraestrutura urbana são construídas sob padrões e práticas já ultrapassados tecnologicamente, podem ser praticamente inviáveis, do ponto de vista econômico, substituí-las. Para tratar com questões desse tipo, sistemas de informações podem ser usados, a fim de auxiliar na inspeção, controle, operação, manutenção e reabilitação adequada (SAEGROV *et al.*, 1999).

A intenção é que os sistemas de informação auxiliem os gestores no planejamento e na melhoria do desempenho de seus componentes tais como: substituir, duplicar e adicionar novos componentes. Enfim, eles devem exercer uma função importante na hora do gestor eleger quais componentes adicionar ou utilizar, com o objetivo de maximizar benefícios resultantes das alterações e proporcionar melhoria do sistema como um todo (VENTURINI *et al.*, 2001).

É neste contexto que esta pesquisa está inserida, redes de infraestrutura urbana e sistemas de informação gerencial, serão requisitos e conceitos essenciais para a implementação de um sistema de informação para gerenciar redes de infraestrutura urbana podendo também ser aplicada nas redes prediais.

Este trabalho foi desenvolvido na linha de pesquisa projeto e gerenciamento da infraestrutura e meio ambiente, sendo componente do projeto de pesquisa gestão de projetos de infraestrutura, o qual está inserido no tema gerenciamento de redes de infraestrutura.

O presente trabalho possui como proposta o desenvolvimento de um sistema que auxilie no gerenciamento e manutenção das redes e de seus componentes em uma Instituição de Ensino Técnico e Tecnológico. Assim as redes bem planejadas e monitoradas contribuem diretamente com o meio ambiente.

1.2 Problema de Pesquisa

No século XXI, com a crescente urbanização, o espaço urbano tende a se expandir e a se densificar, aumentando a demanda por infraestrutura. Essa é uma tendência global, incluindo, o Brasil, que, nos últimos cinquenta anos, teve sua população alçada de uma situação de domicílio rural para o urbano (IBGE, 2010).

Segundo Reis (2006, p. 21):

Ao longo da segunda metade do século XX, em todos os continentes ocorreu uma elevação acentuada dos índices de urbanização. Como consequência: a) surgiram os sistemas urbanos com formas mais complexas e as áreas metropolitanas, mesmo em países em nível médio de industrialização, como é o caso das regiões metropolitanas de alguns dos países do Terceiro Mundo;

b) nos países e regiões que já apresentavam índices elevados de urbanização, ocorreu um adensamento maior, atingindo níveis próximos de 100%. Esse adensamento pode ser constatado em metrópoles tão distintas entre si como Nova York e Buenos Aires. Nessas regiões, nas quais os índices de natalidade já eram baixos e os índices de urbanização elevados, revelando maior estabilidade, ocorreu uma nova onda de migração rural-urbana, com fluxos polarizados por cidades médias e metrópoles, que em alguns casos dobraram sua população, forçando significativas mudanças internas em sua estrutura.

No Brasil, especificamente no Rio Grande do Sul, esse fenômeno também ocorreu, principalmente nas últimas décadas do século XX, quando houve adensamento denominado “inchaço” ou expansão urbana, criando áreas densas ou áreas periféricas rarefeitas mal servidas de infraestrutura (IBGE, 2010).

Nos anos 1960, o Brasil ainda era um país agrícola, com uma taxa de urbanização de 44,7%. Em 1980, 67,6% do total da população já vivia em cidades. Entre 1991 e 1996, houve um acréscimo de 12,1 milhões de habitantes urbanos, o que se reflete na elevada taxa de urbanização (78,4%) (IBGE, 2010).

Segundo Yoshinaga (2003), a infraestrutura urbana da maior parte das cidades brasileiras não atende a toda a população, pois faltam, ligações de água e esgoto em bairros da periferia, sendo que o fornecimento é descontínuo e a qualidade dos serviços é variável. A qualidade e a continuidade são, muitas vezes, solucionadas pelos consumidores por meio de estratégias caseiras, como o fornecimento de água turva, que é enfrentado com filtros domiciliares; a falta d’água, amenizada com, as caixas d’água domiciliares. Já variações de tensões e interrupções de fornecimento de energia elétrica são, pelo menos em parte, amenizadas com reguladores de tensão e até mesmo com geradores de energia elétrica. A inadequação desses serviços acontece especialmente na periferia das cidades, seja pelo desinteresse das concessionárias em investir nesses locais, ou pela falta de vontade política em solucionar a situação.

De acordo com Yoshinaga (2003), estudos realizados por pesquisadores brasileiros indicam que a adequação do sistema de infraestrutura das cidades esbarra, dentre outros, na cultura sedimentada no poder público e nas concessionárias. No poder público, sobrevive a visão do político conservador e oportunista, o qual explora politicamente os problemas, lucrando, portanto, com a sua existência e gravidade. Além disso, cria-se um processo de obras que geram outras obras, as quais são defendidas como símbolos do progresso. Por sua vez, as concessionárias acostumaram-se a atender às demandas, estendendo suas redes para as áreas já urbanizadas, privilegiando, assim,

as áreas de grande demanda, em detrimento das áreas de menor consumo, ou seja, a periferia pobre da cidade.

Toledo (2004) menciona que a organização pública e política brasileira herdou uma cultura de domínio das elites, com funcionamento pesado e lento, que condiciona as classes, exercendo sobre elas uma dominação. Há um estilo de gestão pública e uma estrutura de governo, via de regra, descompromissados com os objetivos comuns da sociedade. Tal tradição é propícia ao surgimento de problemas no gerenciamento público, especialmente quando os gestores priorizam interesses privados, em detrimento dos coletivos, na organização das instituições públicas.

"A incapacidade das cidades em prover e manter infraestruturas adequadas afeta profundamente a produtividade, e os ambientes de trabalho e de moradia de suas populações, em especial a dos pobres urbanos". (SINGH, 1998 *apud* YOSHINAGA, 2003, p.4).

Diante dos contextos apresentados às redes de infraestrutura urbana estão praticamente inseridas em vários lugares das cidades, como: bairros habitacionais, escolas, universidades e complexos industriais.

O objeto de estudo desta pesquisa são às redes de infraestrutura no Instituto Federal Sul Rio Grandense – Campus Passo Fundo. Essa instituição de ensino que, está inserida na cidade de Passo Fundo – RS tem como objetivo proporcionar ensino gratuito nas áreas de tecnologia atualmente, oferecendo os seguintes cursos para a população de Passo Fundo e região: cursos técnicos em informática, técnico em mecânica, técnico em edificações e também o curso superior em tecnologia em sistemas para internet.

Nesse contexto, tem-se como Questão de Pesquisa a seguinte problemática: como deve ser estruturado o desenvolvimento e a implantação de um sistema de informação para o gerenciamento de redes de infraestrutura urbana?

1.3 Justificativa

As redes de infraestrutura requerem planos que otimizem os seus traçados para a mínima ocupação dos espaços, integrando-os ou compatibilizando-os entre si. Isso permite atender questões como: sustentabilidade do meio ambiente e qualidade de vida da população. Os custos de implantação e o tempo de execução dessas obras devem ser considerados, dados os benefícios secundários que elas trazem (YOSHINAGA, 2003).

Os projetos de infraestrutura não são um fim em si. De preferência, sua importância para a economia e para a sociedade, como um todo, deriva dos serviços que as infraestruturas oferecem: a oportunidade de melhorar a produtividade ou de reduzir custos. “Embora comumente vistos na forma física – uma ponte, uma estação de tratamento de esgotos, um metro – a efetiva função da infraestrutura é a prestação de serviços: a circulação de pessoas e materiais, a provisão adequada de água limpa” (MCGEARY e LYNN, *apud* YOSHINAGA, 2003, p. 4).

Tendo em vista essa necessidade de estruturar as cidades, utilizando-se do potencial da rede de infraestrutura urbana integrada entre si e com o uso do solo urbano, é cada vez mais urgente entender a importância de se desenvolver estudos mais aprofundados a esse respeito (YOSHINAGA, 2003).

Segundo Hudson, Haas e Uddin (1997, p.11),

O termo ‘gerência de infraestrutura’ tem sido usado para generalizar os conceitos de gerência de pavimentos, gerência de pontes e gerência de edificações, e tem, na maioria das vezes, sido aplicado para infraestrutura de engenharia civil pública, tal como água, esgoto, pontes, aeroportos, parques, pavimento e similar.

Os autores referem que o gerenciamento da infraestrutura inclui:

O planejamento e a programação sistemáticos e coordenados de investimentos ou dispêndios, projeto, construção, manutenção, operação e avaliação em serviços dos equipamentos físicos. É um amplo processo, cobrindo aquelas atividades envolvidas em fornecer e manter infraestrutura em um nível de serviço aceitável para o público e os proprietários. Estas atividades vão da aquisição da informação inicial até o planejamento, programação, e execução de construção nova, manutenção, reabilitação e renovação, dos detalhes do desenho e construção do projeto individual ao monitoramento periódico em serviço e avaliação (HUDSON, HAAS e UDDIN, 1997, p.30).

Por outro lado, um sistema de gerenciamento consiste em um pacote operacional, com métodos, procedimentos, dados, programas, políticas, decisões, entre outros aspectos, que ligam e possibilitam executar todas as atividades envolvidas no gerenciamento de infraestrutura.

O escopo de um sistema de gerenciamento de infraestrutura é dependente da extensão e da dimensão dos componentes físicos dos sistemas de infraestrutura pelo qual uma agência é responsável. No caso de um sistema de gerenciamento de infraestrutura municipal, todas as obras de infraestrutura pública devem ser incluídas no escopo. Isso geralmente implica infraestrutura viária urbana de abastecimento de água e

esgoto, para suprimento de eletricidade e gás, de trânsito de massa, convenções, escolas e recreação. Há uma rede ou portfólio de cada categoria do sistema físico de infraestrutura (HUDSON, HAAS, UDDIN, 1997).

O desenvolvimento desse trabalho visa projetar um sistema de informação gerencial que possa contribuir, de forma positiva, nas ações de monitoramento e planejamento das intervenções de manutenção das redes de infraestrutura urbana também prediais, de modo que os responsáveis pelas decisões tenham, a sua disposição, o maior número de informações possíveis para avaliar e acompanhar seus componentes, assim escolhendo cada alternativa que poderá ser implementada, dentre essas, a que melhor se adequar a cada situação.

Assim, pode-se justificar a necessidade de um sistema de informação que possa auxiliar no gerenciamento, monitoramento e controle dos registros das informações das redes do complexo do campus Passo Fundo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral, desenvolver um sistema de informação que contribua no planejamento das intervenções de manutenção aplicado às redes de infraestrutura urbanas e prediais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são definidos como:

1. diagnosticar o sistema atual de informação para o gerenciamento da rede de infraestrutura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo;
2. caracterizar o Sistema de Informação Operacional aplicado às redes de infraestrutura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo;

3. desenvolvimento de um sistema de informação para gerenciamento de redes de infraestrutura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo.

1.5 Escopo e delimitação da pesquisa

Esta pesquisa abrange o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia no município de Passo Fundo – RS. Ela apresenta o diagnóstico e a caracterização do sistema de informação e operacional das redes de infraestrutura urbana e prediais, evidenciando o desenvolvimento de um sistema de informação para gerenciamento de redes de infraestrutura urbana no IFSUL – campus Passo Fundo.

1.6 Estrutura da dissertação

Além do presente capítulo, no qual se apresentam o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho, este relatório de dissertação é composto por mais quatro capítulos.

O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura, que constitui uma abordagem sobre o histórico dos institutos federais e sua composição, sistemas de informação e suas definições e classificações, processo de desenvolvimento de software abordando suas metodologias e técnicas, redes de infraestrutura urbana seus históricos, conceitos e definições, manutenção de equipamentos de redes de infraestrutura e suas definições.

O terceiro capítulo caracteriza o IFSUL- campus Passo Fundo, no qual foi realizado o estudo, classifica a pesquisa e descreve o procedimento metodológico utilizado, detalhando as atividades realizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

O quarto capítulo apresenta, analisa e discute os resultados, divididos em três partes, conforme os objetivos específicos.

Para finalizar, o quinto capítulo apresenta as conclusões da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros, elaboradas a partir dos resultados obtidos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta informações para um embasamento teórico sobre o tema, permitindo uma compreensão dos assuntos tratados através de 5 tópicos. O primeiro aborda o histórico e a composição dos institutos federais no Brasil, chegando ao campus Passo Fundo.

No segundo tópico, encontram-se os conceitos e a definição dos sistemas de informação descrevendo suas aplicabilidades. No terceiro, apresenta-se a descrição dos processos de desenvolvimento de software, descrevendo suas técnicas e metodologias para sua construção. O quarto tópico aborda conceito, definições e especificações das redes de infraestrutura urbana apresentando suas características e funcionamento. O último tópico aborda definição sobre tipos de manutenção e as formas corretiva e preventiva.

2.1 Histórico dos Institutos Federais, segundo (IFSul, 2011)

A rede teve sua origem em 1909, quando o então presidente da República, Nilo Peçanha, criou 19 Escolas de Aprendizes e Artífices que, mais tarde, dariam origem às Escolas Técnicas Federais, Escolas Agrotécnicas Federais e aos Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológica (Cefets).

Criada como instrumento de política voltado para as "classes desprovidas", a hoje chamada Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica se configura como importante estrutura para que os cidadãos tenham efetivo acesso às conquistas científicas e tecnológicas.

A partir de 1980 um novo cenário econômico e produtivo se estabeleceu, com o desenvolvimento e emprego de tecnologias complexas, agregadas à produção e à prestação de serviços. As empresas passaram a exigir, desde então, trabalhadores com níveis de educação e qualificação cada vez mais elevados. Para atender a essa demanda, as instituições federais de educação profissional vêm buscando diversificar programas e cursos para elevar os níveis da qualidade da oferta. Cobrindo todo o território nacional, a rede procura qualificar profissionais para os diversos setores da economia brasileira,

realizar pesquisa e desenvolver novos processos, produtos e serviços em colaboração com o setor produtivo.

As escolas da rede ocupam posição de referência educacional e se integram com a sociedade nas regiões em que estão localizadas. Dispõem de ampla infraestrutura física, laboratórios, equipamentos, bibliotecas, salas de aula e parques desportivos. Atendem os níveis básico, técnico e tecnológico de educação profissional, o nível médio, o ensino superior e a pós-graduação tecnológica. Destacam-se ainda pela autonomia na pesquisa aplicada e no desenvolvimento de parceria com a comunidade e com o setor produtivo.

Figura 1: Mapa da Rede Federal



Fonte: MEC, 2011.

O Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas (CEFET-RS) tem uma trajetória histórica de quase um século. Esse itinerário começou a ser percorrido no início do século XX, por meio de ações da diretoria da Biblioteca Pública Pelotense, que sediou em 07 de Julho de 1917 - data do aniversário da cidade de Pelotas - a assembleia de fundação da Escola de Artes e Ofícios.

No ano de 1940, ocorre a extinção desta escola, devido à construção das instalações da Escola Técnica de Pelotas (ETP), efetivada por Decreto Presidencial no ano de 1942. Em 1959, a ETP passa a ser uma autarquia federal e, em 1965, passa a ser denominada Escola Técnica Federal de Pelotas (ETFPEL).

Em 1999, ocorre à transformação da ETFPEL em Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas (CEFET-RS), o que possibilitou a oferta de seus primeiros cursos superiores de graduação e pós-graduação, abrindo espaço para projetos de pesquisa e convênios, com foco nos avanços tecnológicos.

Em 2005, a cidade de Passo Fundo -, foi contemplada com uma Unidade de Ensino do CEFET – RS, numa das ações do Ministério de Educação no programa de expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, desenvolvido pela SETEC.

A Unidade de Ensino de Passo Fundo contava com dois cursos de Ensino Técnico, assumindo como responsabilidade a formação de profissionais capacitados nas áreas de Informática (Sistemas de Informação) e Mecânica Industrial, na perspectiva de suprir as demandas públicas da comunidade e do setor produtivo regional.

No ano de 2009 o CEFET-RS passa a ser denominado Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul) – Campus Passo Fundo devido a um nova reestruturação do governo federal.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul) é uma Instituição Pública Federal, especializada em Educação Profissional e Tecnológica, vinculada ao Ministério da Educação. Possui atualmente nove campi em operação, localizados em Pelotas (Campus Pelotas e Campus Pelotas Visconde da Graça), Sapucaia do Sul, Charqueadas, Passo Fundo, Camaquã, Bagé, Santana do Livramento e Venâncio Aires.

O principal objetivo do Campus Passo Fundo do IFSul é levar ensino profissional público e gratuito na área tecnológica para a região do Planalto Médio, que tem como cidade polo Passo Fundo.

O IFSul, cuja reitoria localiza-se em Pelotas/RS, é formado por nove campi, sendo seis em atividade (Pelotas, Pelotas-Visconde da Graça, Sapucaia do Sul, Charqueadas, Passo Fundo e Camaquã) e dois em fase de implantação (Bagé e Venâncio Aires), além de um *campus* avançado em Santana do Livramento - em implantação, como está representado na Figura 2.

Figura 2: Mapa dos campi IFSul



Fonte: IFSul, 2011.

2.2 Sistemas de Informação

2.2.1 Histórico

O Século XX é considerado o advento da Era da Informação. A partir de então, a informação começou a fluir com velocidade maior que a dos corpos físicos. Desde a invenção do telégrafo elétrico em 1837, passando pelos meios de comunicação de massa, e o surgimento da grande rede de comunicação de dados, a Internet. (MEIRELLES, 1994).

O domínio da informação disponível é uma fonte de poder, uma vez que permite analisar fatores do passado, compreender o presente, e principalmente, antever o futuro. Os sistemas de informação surgiram antes mesmo da informática.

Assim pode-se resumir no quadro 1 a Evolução dos sistemas de informação:

Quadro1: Evolução dos Sistemas de Informação

Período	Evolução
Até 1940	Antes da popularização dos computadores, os sistemas de informação nas organizações se baseavam basicamente em técnicas de arquivamento e recuperação de informações de grandes arquivos. As informações em papéis também não possibilitavam a facilidade de cruzamento e análise dos dados. Por exemplo, o inventário de estoque de uma empresa não era uma tarefa trivial nessa época, pois a atualização dos dados não era uma tarefa prática e quase sempre envolvia muitas pessoas, aumentando a probabilidade de ocorrerem erros.
1940/1952	Nessa época os computadores eram constituídos de válvulas eletrônicas, era uma técnica lenta e pouco durável. Nessa época os computadores só tinham utilidade científica, para poder fazer cálculos mais rápidos. A Mão de obra utilizada era muito grande para manter o computador funcionando, para fazer a manutenção de válvulas e fios, que eram trocados e ligados todos manualmente. Essas máquinas ocupavam áreas grandes, como salas ou galpões. A programação era feita diretamente, na linguagem de máquina. A forma de colocar novos dados era por papel perfurado.
1952/1964	Período destacado pela origem dos transistores e grande diminuição de cabos e fios, diminuição de tamanho das máquinas e aumento da capacidade de execução de cálculos em relação à geração anterior. O começo da comercialização dos computadores foi marcado, eram vendidos para as grandes empresas. Foi utilizada a técnica de integração em que em uma pequena cápsula continha vários transistores, chegavam a milhares em um espaço menor que a unha. É o começo do microprocessador, a linguagem de programação que era feita por mnemônicos (comandos abreviados). A linguagem dominante era <i>ASSEMBLY</i> e nessa época os cálculos estavam na casa dos milionésimos de segundo. Surgiram formas de armazenamento cada vez maiores: as fitas e tambores magnéticos (para uso de memória).
1964/1971	Uma nova técnica de Circuitos Integrados foi criada, o SLT (<i>Solid Logic Technology</i>) e uma técnica de microcircuitos. Com isso podendo fazer processos simultâneos, dando um grande salto de processamentos. Ainda tendo novas evoluções para técnica de integração SSI (integração em pequena escala), MSI (integração em média escala) As técnicas de integração evoluíram de SSI (integração em pequena escala), LSI (integração em grande escala) e VLSI (integração em muito grande escala). A linguagem utilizada na época era linguagens orientadas (linguagem universal e assemelham-se cada vez mais com linguagem humana). Esses processos chegaram a ponto de se bilionésimos de segundos.
1971/1981	Nessa geração surgiram os microprocessadores, e com isso a redução dos computadores (microcomputadores). E o surgimento de linguagens novas de alto-nível e nasceu a transmissão de dados entre computadores através de rede.
1981 a atual	Com essa nova geração em que estamos vivendo, surgiu com VLSI. Inteligência artificial, com altíssima velocidade (com um ou mais núcleos por processadores, grande frequência e transferência de dados entre os componentes do computador), programas com alto grau de interatividade com o usuário, grande rede mundial (Internet) e que impulsionou mais ainda a informática (grande marco), etc.

Fonte: Meirelles. 1994.

2.2.2 Revisão Teórica – Sistemas de Informação

Pode-se dizer que Tecnologia e informação caminham juntas desde que os computadores se tornaram equipamentos comerciais, na década de 60. No primeiro momento, o uso dos computadores era restrito à realização de operações de alta velocidade, executadas, anteriormente, de forma manual. Aplicações eram construídas

isoladamente sem a preocupação com a existência de duplicidade de processos e dados. Com a evolução tecnológica, a abordagem sistêmica da informação começou a ser uma tendência e uma necessidade nas organizações (MACHADO, 2002).

Seguindo esse contexto, o sistema de informação passou a ter um papel cada vez mais crucial dentro das organizações, sendo entendido como um sistema que coleta, armazena, processa, recupera e dissemina informações. Tem como característica apoiar as funções operacionais, gerenciais e de tomada de decisão existentes na organização (ALMEIDA & COSTA, 2002).

Os usuários desse sistema são provenientes do nível operacional, tático ou estratégico, que o utiliza para alcançar os objetivos e as metas de suas áreas funcionais (CHAVES & FALSARELLA, 1995).

Dessa forma, os sistemas de informação passam a ter uma nova face nas organizações, tornando-se uma ferramenta importante para a administração eficiente dos negócios. Deixam, então, de ser considerados processadores e disponibilizadores de informação para se transformarem em recursos estratégicos fundamentais para o desenvolvimento e a competitividade das organizações modernas (AZAMBUJA *et al.*, 2005).

De acordo com O'Brien (2003), o funcionamento de um sistema de informação, envolve:

- 1) **Entrada:** Atividade de registro de dados (gravar, editar). São dados sobre eventos ou transações que são capturados e preparados para o processamento;
- 2) **Processamento:** Dados que são submetidos a atividades como cálculo, comparação, separação, classificação e resumo. Atividades que organizam, analisam e manipulam dados, convertendo-os em informação para o usuário final;
- 3) **Saída:** Informação transmitida e colocada à disposição, de várias formas, aos usuários finais. A meta é um “produto informação” apropriado para o usuário final.

O bom funcionamento do sistema de informação depende de recursos humanos (usuários e especialistas), de hardware (máquinas e mídia), software (programas e procedimentos), dados (banco de dados e bases de conhecimento) e redes (mídia de comunicação e apoio de rede), para que o mesmo execute suas atividades de entrada,

processamento, produção, armazenamento e controle e converte recursos de dados em produtos de informação (O'BRIEN, 2003).

Pode-se também destacar alguns conceitos importantes de sistemas segundo Rezende (2008): conjunto de partes que interagem entre si, integrando-se para garantir um objetivo ou resultado partes interagentes e interdependentes que formam um todo unitário com determinados objetivos e efetuam determinadas funções; em informática, é o conjunto de software, hardware e recursos humanos; componentes da tecnologia da informação e seus recursos integrados; empresa ou organização e seus vários subsistemas.

Nas organizações privadas, o enfoque dos sistemas está no negócio empresarial, e nas organizações públicas, nas atividades principais. Em ambas, os sistemas objetivam auxiliar nos respectivos processos decisórios.

O dado é um conjunto de letras, números ou dígitos que, tomado isoladamente, não transmite nenhum conhecimento, ou seja, não contém um significado claro. Pode ser entendido como um elemento da informação. Pode ser definido como algo depositado ou armazenado. Como exemplos, podem ser citados: 5, maio; valor; xyz (REZENDE, 2008). A informação é todo o dado trabalhado ou tratado. Pode ser entendida como dado com valor significativo atribuído ou agregado a ele e com um sentido natural e lógico para quem usa a informação. Pode ser definida como algo útil. Como exemplos, podem ser citados: nome do cliente; cor do automóvel; número de equipamentos; data de nascimento; valor do saldo bancário. Observa-se que sempre uma informação requer mais de uma palavra.

Quando a informação é “trabalhada” por pessoas e pelos recursos computacionais, possibilitando a geração de cenários, simulações e oportunidades, pode ser chamada de conhecimento. O conceito de conhecimento complementa o de informação com valor relevante e propósito definido. Pode ser definido como percepções humanas (tácitas) ou inferências computacionais. Como exemplos, podem ser citados: percepção da dificuldade de reversão de prejuízo futuro de uma atividade da organização; práticas que podem ser utilizadas em virtude do cenário atual, com base em experiências semelhantes anteriores; concepção de quais equipamentos, materiais e pessoas são vitais para um serviço; entendimentos de quais contratos ativos podem ser negociados, visando adequar-se à realidade de uma atividade (REZENDE, 2008).

Os dados, as informações e os conhecimentos não podem ser confundidos com decisões (atos mentais, pensamentos), com ações (atos físicos, execuções) ou com

processos ou procedimentos. Como exemplos, podem se citadas as seguintes ações: ir ao banco; somar os valores; calcular os juros; pagar a conta. Observa-se que sempre um verbo no infinitivo é necessário para caracterizar uma decisão ou ação ou processo (REZENDE, 2008).

2.2.3 Revisão Metodológica - Sistemas de Informação

Os sistemas, do ponto de vista empresarial, podem ser classificados de acordo com a sua forma de utilização e o tipo de retorno dado ao processo de tomada de decisões. Os sistemas podem ser de contexto operacional ou gerencial, ou seja, Sistemas de Apoio às Operações e Sistema de Apoio Gerencial. Na sequência, serão apresentados os principais sistemas de informação dando, porém, maior ênfase ao sistema de informação gerencial, estudo desse trabalho.

2.2.3.1 Sistema de Apoio às Operações

Os sistemas de Apoio às Operações de uma empresa têm por principais metas processar transações, controlar processos industriais e atualizar banco de dados, fornecendo informações de âmbito interno e externo. Apesar da sua importância para o desenvolvimento normal das atividades da empresa, não consegue desenvolver informações específicas, necessitando do apoio do sistema de informação gerencial. Faz parte do Sistema de Apoio às Operações LAUDON E LAUDON (2001):

1) **Sistema de Processamento de Transações (SPT):** Os sistemas de processamento de transações são utilizados no nível operacional da empresa, Laudon e Laudon (2001, p. 31), afirmam que “... um sistema de processamento de transações é um sistema computadorizado que executa e registra as transações rotineiras diárias necessárias para a condução dos negócios”. A automatização dos trabalhos repetitivos e rotineiros comuns aos negócios da empresa agiliza e facilita a realização dos trabalhos. Além de oferecer uma gama maior de informações. Como exemplo, pode-se citar a transação das rotinas da folha de pagamento, a computadorização, além de produzir os cheques para pagamento dos colaboradores, pode fornecer relatórios exigidos pelos órgãos federais e estaduais. São também exemplos de SPT, a emissão de notas fiscais e o controle de estoque.

2) **Sistemas de Trabalho do Conhecimento e de Automação de Escritório (STC e SAE):** A necessidade do nível de conhecimento da empresa é suprida pelos sistemas de trabalho do conhecimento e de automação de escritório. Segundo Batista (2004), a definição que se aplica ao STC e SAE é descrita da seguinte forma: “... toda e qualquer tecnologia de informação que possui como objetivo principal aumentar a produtividade pessoal dos trabalhadores que manipulam as informações de escritório”. Laudon e Laudon (2001) também definem: “os sistemas de automação de escritório (SAE) são aplicações de informática projetadas para aumentar a produtividade dos trabalhadores de dados, dando suporte à coordenação e às atividades de comunicação de um escritório típico”. Os aplicativos dos escritórios são projetados com base na necessidade de manipulação e gerenciamento de documentos, aumentando assim a produtividade dos envolvidos com a atividade, por exemplo, a editoração eletrônica, arquivamento digital, planilhas de cálculo e outros, favorecem a qualidade e agilidade das tarefas. Os sistemas de trabalho do conhecimento exigem uma visão ampla das pessoas, pois além de saber usar os aplicativos dos escritórios, essas pessoas precisam saber utilizar o que o aplicativo oferece para criar informações novas.

2.2.3.2 Sistema de Apoio Gerencial

Quando o objetivo é fornecer informações para a tomada de decisão é importante que, toda a empresa esteja envolvida nesse processo. A complexa relação entre os diversos gerentes de uma organização deve ser facilitada pelos sistemas de apoio gerencial.

O'Brien (2002), afirma que “quando os sistemas de informação se concentram em fornecer informação e apoio à tomada de decisão eficaz pelos gerentes, eles são chamados sistemas de apoio gerencial”. Entre os vários tipos de sistemas de apoio gerencial, pode-se citar: Sistema de Suporte da Decisão (SSD), Sistema de Suporte Executivo (SSE) e Sistema de Informação Gerencial (SIG):

1) **Sistema de Suporte da decisão (SSD):** Os sistemas de suporte da decisão são munidos de grande quantidade de dados e ferramentas de modelagem, permitindo uma flexibilidade, adaptabilidade e capacidade de resposta rápida ao nível gerencial da organização. Nessa contextualização, Batista (2004, p. 25), considera como SSD “... os sistemas que possuem interatividade com as ações do usuário, oferecendo dados e

modelos para a solução de problemas semiestruturados e focando a tomada de decisão”. Os sistemas de suporte a decisão oferecem recursos cruciais que viabilizam o suporte às decisões de nível gerencial;

2) Sistema de Suporte Executivo (SSE): Os sistemas de suporte executivo dão suporte ao nível estratégico da empresa e ajudam a definir os objetivos a serem estabelecidos, utilizando-se de usuários desse sistema são os executivos seniores. Os sistemas de suporte executivo não são projetados para resolver problemas específicos, em vez disso, fornecem uma capacidade de computação e telecomunicações que pode mudar a estrutura dos problemas;

3) Sistemas de Apoio à Decisão (SAD): Contemplam o processamento de grupo de dados das atividades operacionais e gerenciais, transformando-os em informações estratégicas. Trabalham com os dados no nível macro, filtrados das operações das funções organizacionais, considerando também, os ambientes interno e externo (REZENDE, 2005). São sistemas que têm por finalidade auxiliar o gestor no processo decisório, apoiando a solução de problemas semiestruturados e não estruturados (SPRAGUE & WATSON, 1989).

2.2.3.3 Sistemas de Informação Gerencial (SIG)

Contempla o processamento de dados, de forma agrupada, para a gestão, (REZENDE, 2005). Têm como finalidade auxiliar a organização no alcance das suas metas, oferecendo aos gestores uma visão geral das operações regulares da empresa, para que os mesmos possam planejá-las, organizá-las e controlá-las de forma eficaz. (STAIR 1998).

Segundo Chaves & Falsarella (1995) esses sistemas apresentam características como:

- 1) integração dos dados de diversas aplicações do negócio e a transformação dos mesmos em informação;
- 2) fornecimento de informações para o planejamento operacional, tático e até mesmo estratégico da organização;
- 3) provimento dos gerentes com informações necessárias para a comparação do desempenho atual da organização com o que foi planejado; e,

- 4) produção de relatórios que auxiliam os gerentes no processo de tomada de decisão.

Os sistemas de informação gerencial mudam constantemente para atender o dinamismo dos negócios, o que vai de encontro à necessidade de qualquer organização para sobreviver no mercado.

Para Batista (2004, p.22), sistema de informação gerencial:

É o conjunto de tecnologias que disponibilizam os meios necessários à operação do processamento dos dados disponíveis. É um sistema voltado para a coleta, armazenagem, recuperação e processamento de informações usadas ou desejadas por um ou mais executivos no desempenho de suas atividades. É o processo de transformação de dados em informações que são utilizadas na estrutura decisória da empresa proporcionam a sustentação administrativa para otimizar os resultados separados.

A estrutura decisória da empresa, no contexto de processos gerenciais, classifica os sistemas de acordo com o problema organizacional que ajuda a resolver. Batista (2004) escreve que os sistemas são classificados em: sistema de nível estratégico, de conhecimento, tático e operacional. As informações geradas pelos sistemas de nível estratégico são utilizadas na definição do planejamento estratégico da organização, ou seja, tomada de decisão. Os sistemas de nível tático são usados no controle dos planejamentos operacionais, define as táticas ou metas a serem cumpridas. Os sistemas de conhecimento envolvem a transmissão de conhecimento e informação entre os departamentos. Os sistemas de nível operacional são utilizados para o desenvolvimento das tarefas diárias da empresa, como exemplo: sistema de compra/venda.

2.2.3 Revisão do Estado da Arte - Sistemas de Informação

Tem-se dificuldade em avaliar quantitativamente os benefícios oferecidos por um sistema de informação gerencial, porém Oliveira (2002) afirma que o sistema de informação gerencial pode, sob determinadas condições, trazer os seguintes benefícios para as empresas:

- 1) melhoria no acesso às informações, proporcionando relatórios mais precisos e rápidos, com menor esforço;
- 2) melhoria na produtividade;
- 3) melhoria nos serviços realizados e oferecidos;
- 4) melhoria na tomada de decisões, por meio do fornecimento de informações mais rápidas e precisas;

- 5) estímulo de maior interação dos tomadores de decisão;
- 6) fornecimento de melhores projeções dos efeitos das decisões;
- 7) melhoria na estrutura organizacional, para facilitar o fluxo de informações;
- 8) melhoria na estrutura de poder, proporcionando maior poder para aqueles que entendem e controlam os sistemas;
- 9) redução do grau de centralização de decisões nas empresas; e
- 10) melhoria na adaptação da empresa para enfrentar os acontecimentos não previstos.

Essas premissas permitem que as empresas definam possíveis fortalecimentos do processo de gestão, garantindo o diferencial de atuação e por consequência, vantagem competitiva.

Os sistemas de informação gerencial segundo Stair (1998) resulta em vantagem competitiva para a empresa, pois um SIG deve ser desenvolvido de forma a dar apoio às metas da organização. Por exemplo, os executivos de nível superior usam relatórios do SIG no desenvolvimento de estratégias para o sucesso dos negócios, os gestores de nível médio usam os relatórios de SIG para comparar as metas estabelecidas da empresa com os resultados reais.

Dessa forma, a empresa justifica o cumprimento de suas metas com a ajuda dos sistemas de informação gerencial.

Os sistemas de informação gerenciais são instrumentos para o processo decisório. Por consequência, para que a empresa possa usufruir as vantagens básicas dos Sistemas de Informação Gerenciais, é necessário, segundo Rezende e Areu (2000), que alguns aspectos sejam observados. Entre estes podem ser citados:

- 1) o envolvimento da alta e média gestão;
- 2) a competência por parte das pessoas envolvidas com o SIG;
- 3) o uso de um plano mestre ou planejamento global;
- 4) a atenção específica ao fator humano da empresa;
- 5) a habilidade dos executivos para tomar decisões com base em informações;
- 6) o apoio global dos vários planejamentos da empresa;
- 7) o apoio organizacional de adequada estrutura organizacional e das normas e procedimentos inerentes ao sistema;
- 8) o conhecimento e confiança no SIG;
- 9) existência de e/ou informações relevantes e atualizadas;
- 10) a adequação custo-benefício.

As mudanças nos processos empresariais são inevitáveis quando se opta por investir em inovação, principalmente com relação à tecnologia.

Os relatórios do sistema de informação gerencial podem ajudar os administradores no que tange os aspectos de desenvolvimento de planos para melhorar a administração, assim como obter melhor controle sobre as operações da empresa, e tomar decisões acertadas.

O processo de transformação de dados resulta em informações úteis, as quais podem ser observadas nos relatórios. Stair (1998) escreve que os relatórios advindos do sistema de informação gerencial incluem relatórios programados, relatório indicador de pontos críticos, relatórios sob solicitação e relatórios de exceção. Os relatórios programados são aqueles produzidos periodicamente, por exemplo, em uma fábrica a produção de um determinado produto pode ser monitorada diariamente. O relatório de pontos críticos é um tipo especial de relatório programado emitido no começo de cada dia, resumindo as atividades do dia anterior. Os administradores obtêm informações sobre as atividades críticas da empresa possibilitando ações corretivas. Os relatórios sob solicitação são produzidos somente quando o administrador quer saber sobre um item específico, por exemplo, total da venda de um determinado produto. Os relatórios de exceção são parametrizados para informar automaticamente critérios preestabelecidos pela empresa, por exemplo, para se ter um efetivo controle de estoque os administradores parametrizam o sistema para avisar quando determinado produto está com estoque abaixo do mínimo ideal.

Diante deste contexto, conclui-se que os relatórios produzidos pelo sistema de informação gerencial deveriam ser fornecidos de acordo com a necessidade dos gerentes. Eles podem ser diários, semanais, mensais e apresentar informações de cunho financeiro, administrativo, e contábil.

2.3 Processo Desenvolvimento de Software

2.3.1 Engenharia de Software

O processo de construção de um sistema é uma atividade de engenharia: Engenharia de Software (ES). Como tal, precisa seguir um conjunto de métodos e técnicas para a correta construção do produto, no caso, um software. O objetivo deste capítulo é descrever os principais métodos, ferramentas e procedimentos na ES e

principalmente o processo de desenvolvimento do sistema, destacando os seus principais aspectos, numa tentativa de oferecer uma visão geral sobre esta área, para que aqueles que estejam envolvidos no processo de desenvolvimento de um software possam efetivamente utilizar esses métodos para a melhoria do processo e do produto, com benefícios diretos para a instituição, seus usuários e colaboradores.

Bauer (1972) define a Engenharia de Software como: "O estabelecimento e uso de sólidos princípios de engenharia para que se possa obter um software economicamente viável, que seja confiável e que funcione eficientemente em máquinas reais".

De qualquer forma, Pressman (1995) destaca que, ainda que várias definições tenham sido dadas à ES, todas reforçam a exigência da disciplina de engenharia no desenvolvimento de software. Abrange um conjunto de três elementos fundamentais: métodos, ferramentas e procedimentos. Os métodos detalham "como fazer" para se construir o software, as ferramentas proporcionam apoio automatizado ou semi-automatizado aos métodos, e os procedimentos constituem o elo de ligação que mantém juntos os métodos e suas ferramentas, e possibilita um processo de desenvolvimento claro, eficiente, visando garantir ao desenvolvedor e seus clientes a produção de um software de qualidade.

Nos últimos 20 anos, o hardware deixou de ser o item mais caro na implementação de um sistema, enquanto que o custo relacionado ao software cresceu e se tornou o principal item no orçamento da computação. Isso se deve principalmente à crescente complexidade dos problemas a serem resolvidos pelos softwares. Sistemas como os de gestão, finanças e diversas outras áreas chegam a possuir milhões de linhas de código e envolve uma equipe complexa para o seu desenvolvimento (DEGOULET E FIESCHI, 1997). Aliado a isso, alguns problemas inerentes ao processo de desenvolvimento de um software começaram a surgir as estimativas de prazo e de custo frequentemente são imprecisas, a produtividade das pessoas da área de software não tem acompanhado a demanda por seus serviços e a qualidade de software às vezes é menor que a adequada, ocorrendo muito frequentemente a insatisfação do usuário (PRESSMAN, 1995). A chave para se vencer esses problemas e dificuldades acima relatados é a larga utilização de uma abordagem de engenharia ao desenvolvimento de software, aliada a uma contínua melhoria das técnicas e ferramentas, no intuito também de melhorar a produtividade da equipe (PRESSMAN, 1995; DEGOULET E FIESCHI, 1997). Dessa forma, pode-se destacar duas tendências para justificar o uso da ES:

primeiro, o software é um item de alto custo e em progressivo aumento e, segundo, os softwares têm um importante papel no bem-estar da sociedade (BOEHM, 1981). Dessa forma, a ES assume papel crítico para garantir que tarefas, dados, pessoas e tecnologia estejam apropriadamente alinhadas para produzir um sistema efetivo e eficiente (MURPHY, HANKEN e WATERS, 1999).

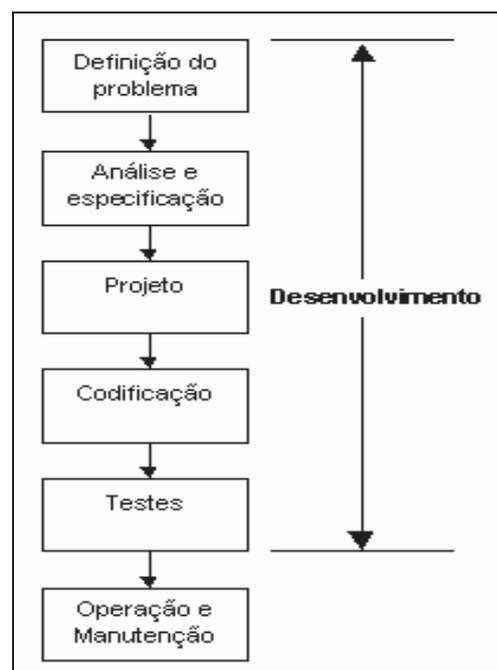
No processo de desenvolvimento de um software, um conjunto de etapas deve ser definido, o qual é denominado Paradigmas da Engenharia de Software (PRESSMAN, 1995); também conhecido como Modelos de Ciclo de Vida de Software.

Segundo Davis (1992): o ciclo de vida clássico Figura 4, o modelo incremental, o evolucionário, o concorrente, a prototipação e o modelo espiral. Deve ser lembrado ainda que podemos combinar os paradigmas, obtendo-se um melhor resultado Figura 5.

Independentemente do paradigma a ser utilizado, três fases genéricas dividem o processo de desenvolvimento (PRESSMAN, 1995):

- a) **Definição:** esta fase focaliza o "o quê" (análise do sistema, planejamento do projeto de software e análise de requisitos).
- b) **Desenvolvimento:** focaliza-se o "como" (projeto de software, codificação e realização de testes do software).
- c) **Manutenção:** concentra-se nas "mudanças" (correção, adaptação e melhoramento funcional).

Figura 3 - Ciclo de Vida Clássico do Software

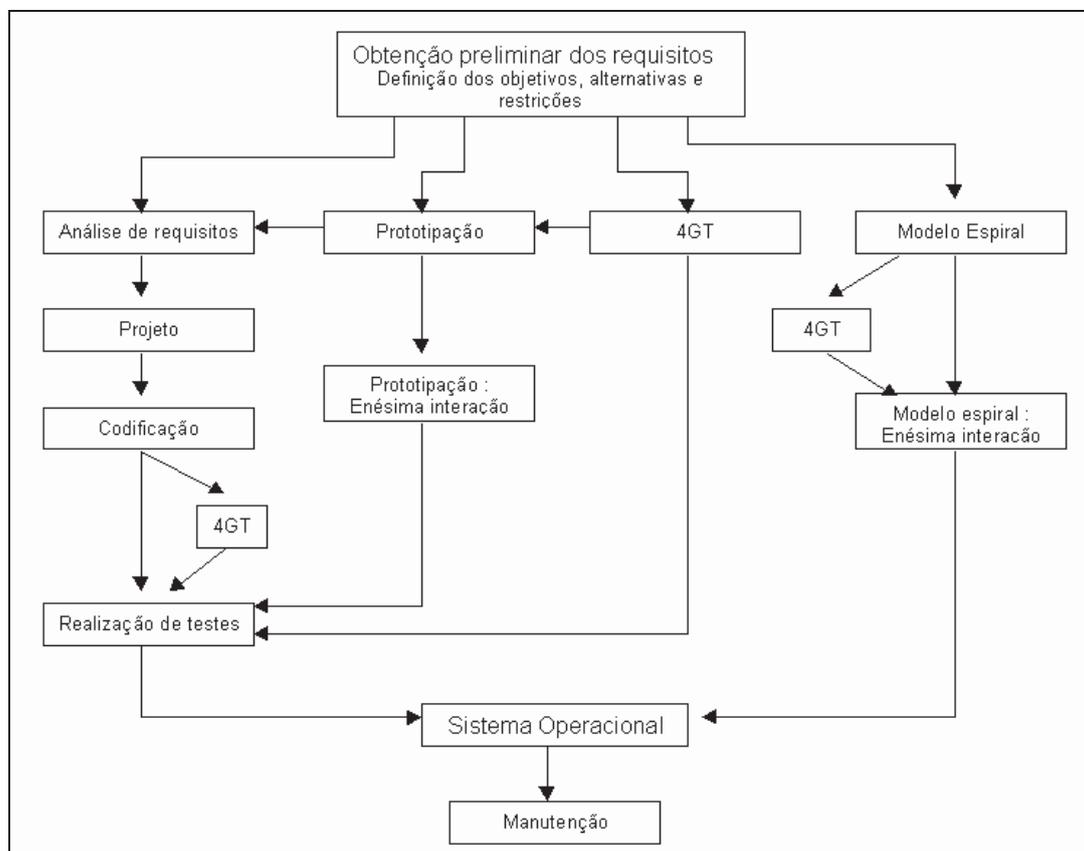


Fonte: Pressman, 1995.

O modelo espiral é baseado no princípio do desenvolvimento incremental, no qual novas funções são adicionadas a cada ciclo de desenvolvimento. Análise, especificação, projeto, implementação e homologação são repetidas a cada ciclo, gerando uma nova versão do software e permitindo um feedback mais imediato do usuário (DEGOULET E FIESCHI , 1997).

Existem também as Técnicas de Quarta Geração (4GL) as quais utilizam poderosas ferramentas para o desenvolvimento do software, que permitem um nível de especificação mais elevado, próximo à linguagem natural, sendo capazes a partir dessas definições de gerar o código fonte do sistema (PRESSAMN, 1995).

Figura 4: Combinando Paradigmas da Engenharia de Software.



Fonte: Pressman, 1995.

É importante destacar que existem no mercado diversas metodologias de ES que criaram novos paradigmas, combinando e aproveitando os melhores conceitos das outras metodologias.

Nesse ponto deve-se destacar a metodologia Rational Unified Process (RUP) da Rational Inc. como sendo uma das principais metodologias utilizadas atualmente no

mundo, principalmente em conjunto com a ferramenta CASE (Computer-Aided Software Engineering, engenharia de software auxiliado por computador) Rational Rose (JACOBSON, BOOCH e RUMBAUGH, 1999). A Metodologia Vincit é um exemplo de uma metodologia desenvolvida no Brasil, pela Fuzion Engenharia de Software Ltda, que também oferece um excelente conjunto de conceitos e todo o detalhamento do processo de desenvolvimento de um software (FUZION, 1999). Ambas, RUP e Vincit, são metodologias Orientadas a Objeto e que utilizam a UML como linguagem de notação.

O primeiro passo na construção de um sistema deve ser o entendimento de "o quê" será desenvolvido, através do levantamento dos requisitos e sua análise. Os requisitos se referem às necessidades dos usuários, do sistema, de custos e prazos. A especificação dos requisitos é de suma importância, pois a maior parte dos erros encontrados durante os testes e a operação dos sistemas são derivados de pouco entendimento ou má interpretação dos requisitos (RAMAMOORTHY et al., 1984; DEGOLUET e FIESCHI, 1997). Com isso, é de fundamental importância a compreensão total dos requisitos para que se obtenha sucesso no desenvolvimento de um software, gerando benefícios como: a aceitação de todos os envolvidos (usuários, desenvolvedores, etc.), servirá de base para estimativas (custos, prazos, equipe, etc.), melhora da usabilidade, melhoria da manutenibilidade e de outros atributos de qualidade do sistema, cumprimento das metas com os recursos previstos, dentre outros (DORFMAN, 1997) A análise de requisitos visa também garantir uma estrutura de dados adequada, para que futuras aplicações, possam ser implementados e contar com todas as informações necessárias (DOLIN, 1997).

Após os requisitos, segue-se a análise do problema a ser informatizado. Existem diversas técnicas para análise e modelagem de sistemas, tais como: análise estruturada, análise orientada a objeto (OOA - Object-Oriented Analysis), modelagem de dados, dentre outras. Atualmente destaca se a OOA que introduziu uma série de novos conceitos. A OOA traz vários benefícios, tais como: funcionalidades complexas podem ser desenvolvidas com uma codificação menor e melhor; um rápido desenvolvimento é alcançado comparado a outros métodos e as aplicações são mantidas mais facilmente (DAVIS, 1998).

Com a evolução dos processos, sentiu-se a necessidade de se ter uma linguagem unificada que se tornasse poderosa o suficiente para modelar qualquer tipo de aplicação. Dessa necessidade surgiu a Unified Modeling Language (UML), uma linguagem padrão

para especificar, visualizar, documentar e construir artefatos de um sistema. Grandes grupos tais como o Object Management Group (OMG), aprovam e estão envolvidos no processo de normatização desta linguagem (FURLAN, 1998).

Enquanto as fases de requisito e análise concentram-se no “o quê” a solução fará, o projeto descreve “como” o software será implementado (VONMRYRHAUSER, 1990). A fase de projeto também pode ser vista como um aprofundamento da análise caminhando em direção a implementação do sistema. É durante a fase de projeto que a estrutura geral e o estilo do sistema, bem como a sua arquitetura, são definidos (RUMBAUGH et al., 1994).

Da mesma forma da análise, existem diversos métodos para o projeto do software, cada qual com o seu conjunto de princípios e notações. Dentre vários pode-se citar: projeto orientado ao fluxo de dados, projeto orientado a objeto (OOD - Object-Oriented Design), projeto estruturado e o desenvolvimento estruturado de Jackson (PRESSAMAN, 1995). Entretanto, o OOD atualmente tem tomado a atenção dos desenvolvedores, que o têm utilizado largamente, e em conjunto com a OOA, constitui uma metodologia completa: a análise e projeto orientado a objeto (OOAD - Object-Oriented Analysis and Design) (MARTIN e ODELL, 1992).

Após o projeto, segue-se a codificação, também chamada de implementação. Esta fase é uma simples questão de tradução do projeto para um código, já que as decisões mais difíceis já foram tomadas durante a fase de projeto (RUMBAUGH et al., 1994). Temos hoje as ferramentas do tipo Rapid Application Development (RAD) que permitem ao usuário um rápido desenvolvimento, baseado em conceitos de reusabilidade e componentização. Java, Visual Basic, Delphi e C++ são algumas das linguagens de programação mais usadas atualmente. Além disso, tecnologias específicas para o desenvolvimento de sistemas na Web, tais como o ASP (Active Server Pages), PHP (Hypertext Preprocessor) têm sido muito utilizadas nos últimos anos.

2.3.2 UML – Unified Modeling Language

No tópico anterior, foi descrita metodologias Orientadas a Objeto (OO). Entretanto, era necessário um caminho comum. Então, James Rumbaugh e Grady Booch combinaram suas metodologias: OMT e Booch, respectivamente, através da Rational Corporation, nos Estados Unidos, e criaram um método comum: o Unified Method (UM), lançado em 1995. Em seguida, deu-se a adesão de Ivar Jacobson, outro

grande metodologista, contribuindo com as idéias de sua metodologia OOSE. Esses três personagens lançaram, então, a Unified Modeling Language (UML) versão 0.9 em 1996. A UML versão 1.1 foi submetida ao Object Management Group (OMG) e aprovada como padrão mundial de linguagem de notação de projetos OO.

O objetivo da UML é prover uma linguagem padrão que permita modelar um sistema, bem como visa dotar o mercado mundial de orientação a objetos de uma linguagem única de modelagem, que permita a troca de modelos de forma natural entre os construtores de softwares (FUZION, 1999). Com a UML é possível (MATTIAZZI, 1998): descrever eficazmente requisitos de software, caracterizar a arquitetura (lógica e física) de um sistema, focalizar na arquitetura em vez da implementação e direcionar programadores, aumentando a produtividade e diminuindo os riscos.

Segundo (FURLAN 1998), "a UML é uma linguagem de modelagem, não uma metodologia". Assim, na construção de um software, a UML deve ser usada em conjunto com uma metodologia de Engenharia de Software Orientada a Objetos, tais como a metodologia Vinct e a RUP (Rational Unified Process). Não se recomenda a utilização do paradigma clássico (waterfall) visto que a UML adapta-se melhor com paradigmas incrementais e similares. Por outro lado, a UML não se restringe a diagramas, ela apresenta uma série de conceitos e recursos que facilitam a identificação de objetos e classes, associando-os aos requisitos do sistema, bem como oferece formas de planejar e gerenciar projetos baseados nesses requisitos (MATTIAZZI, 1998).

A UML apresenta os seguintes diagramas que, em conjunto, modelam todo o sistema (MATTIAZZI, 1998; FURLAN, 1998; FUZION, 1999):

- 1) **Diagrama de Caso de Uso:** usado para demonstrar o relacionamento entre atores e casos de uso.
- 2) **Diagrama de Sequencia:** tipo de diagrama de interação que apresenta a interação de seqüência de tempo dos objetos que participam na interação.
- 3) **Diagrama de Colaboração:** tipo de diagrama de interação que mostra uma interação dinâmica de um caso de uso e seus objetos relacionados.
- 4) **Diagrama de Estado:** utilizado para demonstrar as seqüências de estados que um objeto assume em sua vida, em função do seu uso no sistema.
- 5) **Diagrama de Atividade:** tipo de diagrama de estado no qual a maioria dos estados são ações. Descreve o fluxo interno de uma operação.
- 6) **Diagrama de Componente:** usado para representar os diversos componentes dos sistemas e suas dependências.

- 7) **Diagrama de Implantação:** utilizado para demonstrar elementos de configuração de processamento *run-time*.

2.3.2.1 Diagrama Caso de Uso

Diagramas de casos de uso procuram prover uma descrição clara e não ambígua de como o usuário e o sistema interagem para produzir uma base sólida para a evolução do sistema e validações futuras (PRESSAMAN, 2006). Casos de uso são usados para descrever os requisitos funcionais de um sistema visíveis externamente. Eles descrevem as funções que o usuário quer que o sistema proveja (SCHNEIDER WINTERS, 1998). No que diz respeito à sua classificação, essas funções podem ser essenciais (ou primárias), que descrevem regras de negócio fundamentais para atender aos objetivos dos atores, e custodiais (ou secundárias), que tratam casos de uso de manutenção de informações, como cadastros, e que são indiretamente necessários para a realização das regras de negócio (POMPILHO, 1995).

Conceitos chave associados a casos de uso são atores e sujeito. O sujeito é o sistema sob consideração ao qual o caso de uso se aplica (OMG, 2007). Um ator, por sua vez, segundo a UML, especifica um papel exercido por um usuário ou outro sistema que interage com o sujeito. Atores sempre modelam entidades externas ao sistema, que podem ser usuários humanos, hardware externo ou outros sujeitos sistemas (OMG, 2007).

Casos de uso podem ser associados a outros casos de uso. Os dois principais tipos de associações entre casos de uso são a extensão e a inclusão. Um relacionamento de extensão especifica que o comportamento de um caso de uso pode ser estendido pelo comportamento de outro, usualmente suplementar. Ele indica como e quando um comportamento definido em um caso de uso (que estende) pode ser inserido em outro caso de uso (estendido). A extensão ocorre em um ou mais pontos de extensão específicos definidos no caso de uso estendido. Contudo, o caso de uso estendido é definido independentemente do outro e é significativo independentemente dele (OMG, 2007).

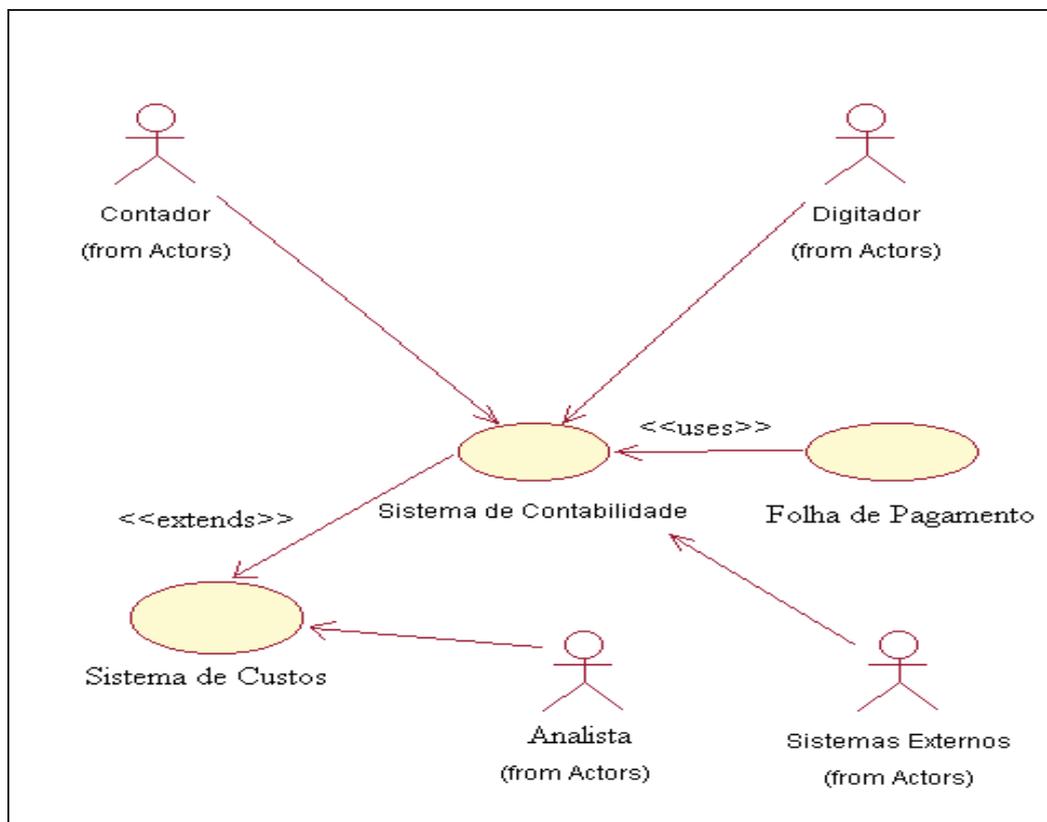
Um relacionamento de inclusão define que um caso de uso contém o comportamento definido em outro caso de uso. Ele é usado quando existem partes comuns de um comportamento em dois ou mais comportamentos. Essa parte comum é

extraída para um caso de uso separado, a ser incluído por todos os casos de uso que têm essa parte comum. Uma vez que o uso básico do relacionamento de inclusão é visando ao reuso de partes comuns, o que é deixado no caso de uso base geralmente não é completo em si, mas dependente das partes incluídas para ser significativo (OMG, 2007).

A realização de um caso de uso segue um fluxo de eventos, que é uma lista de sentenças declarativas dos passos da execução do mesmo. Existem fluxos normais, que ocorrem com maior frequência, e fluxos alternativos, que ocorrem em condições especiais (SCHNEIDER, WINTERS, 1998).

Com respeito às restrições para a execução de um caso de uso, aplicam-se os conceitos de pré e pós-condições, que correspondem aos estados do sistema no início do caso de uso e no fim de sua execução, respectivamente (SCHNEIDER, WINTERS, 1998). Outro aspecto que pode ainda ser identificado na documentação dos casos de uso são as classes relacionadas aos mesmos, estabelecendo uma ligação rastreável entre os modelos de casos de uso e as classes identificadas no modelo estrutural do sistema. A figura 6 representa um exemplo de um diagrama caso de uso.

Figura 5: Diagrama Caso de Uso



Fonte: Larman, 2000.

2.3.2.2 Descrição Diagrama Caso de Uso

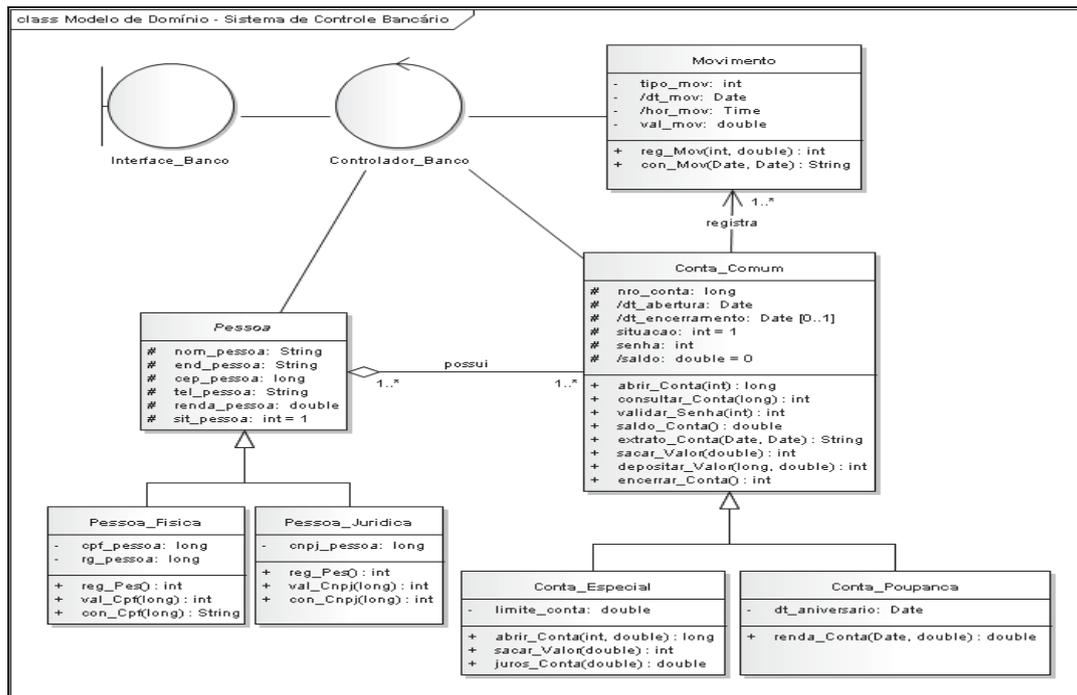
Um caso de uso deve descrever o que um sistema faz. Geralmente, um diagrama de casos de uso é insuficiente para este propósito. Assim, deve-se especificar o comportamento de um caso de uso pela descrição textual de seu fluxo de eventos, de modo que alguém de fora possa compreendê-lo. Ao escrever o fluxo de eventos, deve-se incluir como e quando o caso de uso inicia e termina, quando o caso de uso interage com os atores e outros casos de uso e quais são as informações transferidas e o fluxo básico e fluxos alternativos do comportamento (BOOCH, 2000).

2.3.2.3 Diagrama de Classes

Segundo Guedes (2011), o diagrama de classes é um dos mais importantes e mais utilizados da UML. Seu principal enfoque está em permitir a visualização das classes que compõem o sistema com seus respectivos atributos e métodos, bem como em demonstrar como as classes do diagrama se relacionam, complementam e transmitem informações entre si. Esse diagrama apresenta uma visão estática de como as classes estão organizadas, preocupando-se em como definir a estrutura lógica das mesmas. O diagrama de classes serve ainda como base para a construção da maioria dos outros diagramas da linguagem UML.

Basicamente, o diagrama de classes é composto por suas classes e pelas associações existentes entre ela, ou seja, os relacionamentos entre as classes. Alguns métodos de desenvolvimento de software, como o processo unificado, recomendam que se utilize o diagrama de classes ainda durante a fase de análise, produzindo-se um modelo conceitual a respeito das informações necessárias ao software. No modelo conceitual, o engenheiro preocupa-se apenas em apresentar as informações que o software necessitará, em termos de classes e seus atributos, bem como as associações entre as classes, não modelando características como os métodos que as classes poderão conter nessa etapa (os métodos já fazem parte do “como” o software será desenvolvido). Somente na fase de projeto toma-se o modelo conceitual do diagrama de classes e produz-se o modelo de domínio, que enfoca a solução do problema. Os métodos necessários às classes são descobertos a partir da modelagem de diagramas de interação, como o diagrama de sequência (GUEDES, 2011).

Figura 6: Diagrama de classes



Fonte: Guedes, 2011.

2.4 Redes de Infraestrutura Urbana

2.4.1 Revisão Histórica

A existência das redes de infraestrutura nas cidades é tão antiga como as mesmas, uma vez que forma parte indissolúvel delas. Obviamente, a primeira rede a aparecer é a rede viária, onde se percebe a evolução do perfil dos calçamentos desde as antigas vias romanas até o surgimento do automóvel quando se produz a maior evolução dos tipos de pavimentos. A seguir, aparecem as redes sanitárias, das quais existem excelentes exemplos em Jerusalém e Roma antiga e, finalmente, as redes energéticas, em fins do século XIX (MASCARÓ, 1987).

Com relação à rede de abastecimento de água Roma foi um exemplo significativo, que contava com um excelente sistema de abastecimento de água (existente também na maioria das cidades do império). A água, trazida de longe, era conduzida para grandes depósitos que, de um lado, serviam para armazenamento e, de outro, para depuração por decantação, razão pela qual esses grandes depósitos devem ser vistos como um antecedente histórico de nossas atuais plantas potabilizadoras de água. Na

época do apogeu imperial romano, havia mais de 50 km de grandes aquedutos e 350 km de tubulações d'água na cidade de Roma. As tubulações principais, geralmente em alvenaria de pedra, levavam água até depósitos abobadados de alvenaria conhecidos como "castelos de água" que, em número de 250, se espalhavam pela cidade. Desses depósitos saía uma série de tubos de latão, aos quais se soldavam tubulações de chumbo que levavam a água sob pressão (por ação da gravidade) para palácios, fontes, residências, etc. A água era cobrada do usuário na proporção do diâmetro do tubo que o abastecia. Roma possuía 19 aquedutos que forneciam 1.000.000 m³/dia à cidade e ruas pavimentadas para atender cerca de 1.000.000 de habitantes (FERRARI, 1991).

O abastecimento de água trouxe a preocupação pela eliminação dos líquidos residuais, e há indícios que egípcios, babilônios, assírios e fenícios tinham redes de esgoto; mas a primeira rede claramente organizada que se conhece é a de Roma, composta de uma série de ramais que se uniam até formar uma coletora mestra, que, com um desenho relativamente similar ao dos aquedutos levava para longe da cidade as águas servidas. Na Europa aparece a primeira legislação regulamentando os esgotos em Londres, em 1531, posterior à primeira lei sanitária urbana da Inglaterra, de 1338, aprovada por um parlamento reunido em Cambridge (MUMFORD, 1982).

Em 1835, na Alemanha (depois da peste da cólera), se constituem comissões para debater, estudar e estabelecer normas para os esgotos das cidades alemãs. As galerias de esgotos de Paris são famosas pelo seu desenho e dimensões. Na Inglaterra aparece, em 1876, a primeira legislação contra a poluição causada por esgotos lançados nos rios e outros corpos d'água (MUMFORD, 1982).

Em fins do século XIX aparecem às redes de energia elétrica, primeiro para iluminar o centro das cidades (entrando em colisão com a rede de gás) e logo depois para substituir os cavalos que puxavam os bondes. A partir de sua introdução, a rede de eletricidade experimentou um grande desenvolvimento. São estas duas redes (eletricidade e gás) que permitem que as cidades mudem de função e passem de centros administrativos ou de intercâmbio a centros de produção. São as duas redes do período industrial (MASCARÓ, 1987).

Talvez nos próximos anos, com o advento da era de informática, as redes telefônicas e de televisão por cabo se tornem as mais importantes. Como fiel reflexo de nossas estruturas culturais e produtivas, as redes vêm acompanhando as mudanças, razão pela qual uma cuidadosa programação sobre sua implantação e possibilidade de

expansão (ou extinção) deve ser feita quando se planeja a organização do espaço e do solo urbano.

2.4.2 Revisão Teórica

O sistema de infraestrutura urbana pode ser classificado, para uma melhor compreensão de várias maneiras: subsistemas técnicos setoriais e posição dos elementos (redes) que compõem os subsistemas, entre outros.

A engenharia urbana é a arte de conceber, realizar e gerenciar sistemas técnicos. O termo sistema técnico tem dois significados: o primeiro enquanto rede suporte, isto é, uma dimensão física, e o segundo enquanto rede de serviços. Nesta ótica, portanto, preocupa-se integrar, no conceito de sistema técnico, sua função dentro do meio urbano, o serviço prestado à população e seus equipamentos de rede física (MASCARÓ, 1987).

Esta conceituação facilita a identificação dos subsistemas urbanos, a partir dos subsistemas técnicos setoriais. A classificação a seguir reflete a visão de como a cidade funciona e todos os subsistemas técnicos a seguir relacionados são denominados, no seu conjunto, de sistemas de infraestrutura (MASCARÓ, 1987):

- 1) subsistema Viário: consiste nas vias urbanas;
- 2) subsistema de Drenagem Pluvial;
- 3) subsistema de Abastecimento de Água;
- 4) subsistema de Esgotos Sanitários;
- 5) subsistema Energético;
- 6) subsistema de Comunicações.

2.4.2.1 Subsistema Viário

Segundo Puppi (1988), o subsistema viário urbano deve se adaptar-se à configuração topográfica a ser delineada tendo-se em vista:

1. Os deslocamentos fáceis e rápidos, obtidos com percursos os mais diretos possíveis, entre os locais de habitação e os de trabalho e de recreação, e com comunicações imediatas do centro com os bairros e destes entre si;

2. O propiciamento das melhores condições técnicas e econômicas para a implantação dos equipamentos necessários aos outros subsistemas de infraestrutura urbana;

3. A constituição racional dos quarteirões, praças e logradouros públicos;

4. Além disso, as vias, que constituem o subsistema viário, deverão conter as redes e equipamentos de infraestrutura que compõem seus demais subsistemas, em menor ou maior escala.

Segundo Mascaró (1987), o subsistema viário é composto de uma ou mais redes de circulação, de acordo com o tipo de espaço urbano para receber veículos automotores, bicicletas, pedestres, entre outros. Complementa este subsistema o subsistema de drenagem de águas pluviais (que será visto mais adiante), que assegura ao viário o seu uso sob quaisquer condições climáticas.

De todos os subsistemas de infraestrutura urbana, o viário é o mais delicado, merecendo estudos cuidadosos por que (MASCARÓ, 1987):

- 1) é o mais caro dos subsistemas, já que normalmente abrange mais de 50% do custo total de urbanização;
- 2) ocupa uma parcela importante do solo urbano (entre 20 e 25%);
- 3) uma vez implantado, é o subsistema que mais dificuldade apresenta para aumentar sua capacidade pelo solo que ocupa, pelos custos que envolve e pelas dificuldades operativas que cria sua alteração;
- 4) é o subsistema que está mais vinculado aos usuários pois conduzem pessoas.

Pode-se encontrar nesse subsistema vias de diversas dimensões e padrões, em função do volume, velocidade e intensidade do tráfego, sentido do fluxo (que pode ser unidirecional ou bidirecional) e das interferências que pode ter o tráfego, tais como: cruzamentos, estacionamentos e garagens, entre outros. Em função desses fatores, as vias podem ser classificadas da seguinte forma (MASCARÓ, 1987):

1) **Vias Locais:** apresentam utilização mista, isto é, são utilizadas tanto por veículos como por pedestres, sendo que os veículos são, predominantemente, os dos próprios moradores da rua;

2) **Vias Coletoras:** ligam vias locais de setores ou bairros com as vias arteriais e servem também ao tráfego de veículos de transporte coletivo;

3) **Vias Arteriais:** são, em geral, denominadas avenidas, interligam áreas distantes; podem possuir volume e velocidade de tráfego elevados e suas pistas são unidirecionais;

4) **Vias Expressas:** são de alta velocidade, unidirecionais, não possuem cruzamentos e podem ter também mais de duas pistas de rolamento e acostamento, não sendo indicadas para tráfego de pedestres.

O perfil de via atual privilegia os veículos automotores e desconsidera o pedestre, embora deva ser previsto, em algumas destas vias, o tráfego de veículos e pedestres. Assim, as vias urbanas atuais constituem-se, basicamente, de duas partes diferenciadas pelas funções que desempenham (MASCARÓ, 1987):

1) o leito da via, destinado ao trânsito de veículos e ao escoamento das águas pluviais através do conjunto meio-fio, sarjeta e boca-de-lobo, e deste para a galeria de esgoto pluvial;

2) os passeios adjacentes ou não ao leito da via, destinados ao trânsito de pedestres e limitados fisicamente pelo conjunto meio-fio e sarjeta.

Além dessas tipologias, têm-se as ciclovias, que são vias destinadas ao trânsito de bicicletas. Têm a função de proteger o trânsito destes veículos ao mesmo tempo em que os removem das vias de maior movimento de automóveis. Possuem a limitação dos fatores topográficos e da falta de espaço físico em áreas já urbanizadas.

2.4.2.2 Subsistema de Drenagem Pluvial

Este subsistema tem como função promover o adequado escoamento das massas líquidas provenientes das chuvas que caem nas áreas urbanas, assegurando o trânsito público e a proteção das edificações, bem como evitando as inundações.

Nas cidades medievais, onde o tráfego maior era de pedestres, as águas pluviais escoavam por sobre o pavimento das vias, geralmente em sua parte central. Com o passar do tempo e o aumento das cidades, além do advento dos veículos automotores, este processo de drenagem fora substituído pelo uso de galerias pluviais subterrâneas, onde as medidas e as formas dessas galerias respondiam à dupla função de escoar os esgotos (parte inferior das galerias) e as águas pluviais (seção plena durante as chuvas), além da previsão de uma área para circulação de pessoas, permitindo realizar tarefas de inspeção e limpeza, na época de estiagem (MASCARÓ, 1987).

Segundo Tucci et al (1995), a microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento. A rede de drenagem é composta de condutores pluviais, bocas de lobo, poços de visita, meios-fios, sarjetas, que coletam a água e transportam para a macrodrenagem. Na macrodrenagem a rede de drenagem

natural de uma zona urbana é constituída pelos córregos, arroios e rios localizados nos talwegues e vales. As obras implementadas em loteamentos aumentam a vazão, devido à redução dos tempos de concentração, afirma Tucci et al (1995), além de outros fatores como a ocupação dos leitos secundários de córregos, ampliação da malha viária em vales ocupados e saneamento de áreas alagadas.

O subsistema de drenagem de águas pluviais constitui-se, atualmente, de duas partes (MASCARÓ, 1987):

- 1) ruas pavimentadas, incluindo as guias e sarjetas;
- 2) redes de tubulações e seus sistemas de captação.

Tem-se:

a) **Meios fios ou guias:** são elementos utilizados entre o passeio e o leito via, dispostos paralelamente ao eixo da rua, construídos geralmente de pedra ou concreto pré-moldado e que formam um conjunto com as sarjetas. É recomendável que possuam uma altura aproximada de 15 cm em relação ao nível superior da sarjeta. Uma altura maior dificultaria a abertura das portas dos automóveis, e uma altura menor diminuiria a capacidade de conduzir as águas nas vias;

b) **Sarjetas:** são faixas do leito carroçável, situadas junto ao meio-fio, executadas geralmente em concreto moldado ou pré-moldadas. Formam, com o meio-fio, canais triangulares cuja finalidade é receber e dirigir as águas pluviais para o sistema de captação;

c) **Sargetões:** São calhas geralmente construídas do mesmo material das sarjetas e com forma de “V”, situadas nos cruzamentos de vias e que dirigem o fluxo de águas perpendiculares. Um dos pontos críticos desse sistema ocorre nos cruzamentos de ruas, onde as águas, não devem atrapalhar o tráfego;

d) **Bocas de Lobo:** são caixas de captação das águas colocadas ao longo das sarjetas, com a finalidade de captar as águas pluviais em escoamento superficial e conduzi-las ao interior das galerias. Normalmente, são localizadas nos cruzamentos das vias da faixa de pedestres, ou em pontos intermediários, quando a capacidade do conjunto meio-fio e sarjeta fica esgotado;

e) **Galerias:** são tubulações destinadas a receber as águas pluviais captadas na superfície e encaminhá-las ao seu destino final. São localizadas em valas executadas geralmente no eixo das ruas, com recobrimento mínimo de 1,0 m. São, em geral, formados de tubo pré-moldadas em concreto, com diâmetros variando entre 400 e 1500 mm;

f) **Poços de Visitas:** são elementos do subsistema de drenagem de águas pluviais que possibilitam o acesso às tubulações, para limpeza e inspeção. São necessários quando há mudança de direção ou declividade na galeria, nas junções de galerias, na extremidade de montante, ou quando há mudança de diâmetro das galerias. As paredes são executadas, geralmente, em tijolos ou concreto e o fundo em concreto;

g) **Bacias de Estocagem:** São reservatórios superficiais ou subterrâneos que, ao acumular o excesso de água proveniente de chuvas fortes, permitem os seus escoamentos pelas galerias ou canais existentes, em fluxos compatíveis com as suas capacidades, evitando extravasamentos sobre os leitos viários nos fundos de vale.

O traçado da rede de tubulações que compõem este subsistema é função das características topográficas e do subsistema viário da área a ser drenada. O dimensionamento da rede (tubulações, guias e sarjetas) assim como dos equipamentos de infraestrutura necessários ao funcionamento desse subsistema depende:

- I. do ciclo hidrológico local: quanto mais chuva, maior é o subsistema;
- II. da topografia: quanto maiores os declives, mais rápido se dão os escoamentos;
- III. da área e da forma da bacia: quanto maior a área, mais água é captada;
- IV. da cobertura e impermeabilização da bacia: quanto menos água for absorvida pelo terreno, mais deve ser esgotada;
- V. do traçado da rede: interferências com as redes de outros subsistemas.

2.4.2.3 Subsistema de Abastecimento de Água

O provimento de toda a população de água aprazível aos sentidos e sanitariamente pura, bastante para todos os usos, é a finalidade de um subsistema de abastecimento de água. A qualidade e a quantidade da água são, pois, as duas condições primordiais a serem observadas (PUPPI, 1981). Só a água potável, isto é, a que perfaz determinados requisitos físicos, químicos e biológicos, tem garantia higiênica. Entre nós, é a única a ser oferecida à população, para todos os usos, mesmo para aqueles em que águas de qualidade inferior poderiam ser admitidas sem riscos sanitários.

A água destinada à bebida e alimentação é a que apresenta maior exigência de qualidade, sendo elevado seu custo de potabilização. Este problema tem sido resolvido, em alguns casos, pelo uso de purificadores domiciliares, solução parcial e elitista do problema (MASCARÓ, 1987).

O subsistema de abastecimento de água compõe-se, geralmente, das seguintes partes: captação, adução, tratamento e distribuição.

1) **Captação:** O processo de captação consiste de um conjunto de estruturas e dispositivos construídos junto a um manancial para a captação de água destinada a esse subsistema. Os mananciais utilizados para o abastecimento podem ser as águas subterrâneas (MASCARÓ, 1987).

2) **Adução:** O processo de adução é constituído pelo conjunto de peças especiais e obras de arte destinado a ligar as fontes de água bruta (mananciais) às estações de tratamento, e estas aos reservatórios de distribuição. Para o traçado das adutoras levam-se em conta fatores como: topografia, características do solo e facilidades de acesso. De um modo geral, procura-se evitar sua passagem por regiões acidentadas, terrenos rochosos e solos agressivos, como os pântanos, que podem prejudicar a durabilidade de certos tipos de tubulações. Também devem ser evitados trajetos que impliquem em obras complementares de custo elevado ou que envolvam despesas elevadas de operação e manutenção. Os materiais normalmente utilizados em adutoras são concreto, ferro fundido, aço e, em menor escala, cimento amianto (MASCARÓ, 1987). O cimento amianto foi o primeiro material com fibras para a construção civil a ser empregado, permanecendo em uso até hoje, apesar da possibilidade de apresentar riscos à saúde, quando o amianto é manuseado inadequadamente (AGOPYAN & DEROLLE, 1988).

3) **Tratamento:** os recursos hídricos mais indicados para o suprimento de uma cidade, principalmente as águas naturais de superfície, raramente satisfazem todos os requisitos do ponto de vista qualitativo. Entretanto, se não forem potáveis, são potabilizáveis, isto é, podem ter as suas qualidades melhoradas dentro dos padrões higiênicos recomendados mediante um tratamento parcial ou completo, de acordo com a procedência das impurezas e com a intensidade da poluição ou da contaminação. Assim, a necessidade e abrangência dos processos de tratamento recomendáveis são definidas através dos dados relativos à qualidade da água no manancial e sua variação durante o ano (MASCARÓ, 1987). O tratamento da água é dispendioso e deverá compreender apenas os processos imprescindíveis à obtenção da qualidade desejada, a custos mínimos. Estes processos de tratamento podem ser: sedimentação simples, aeração, coagulação, decantação, filtração, desinfecção, alcalinização, fluoretação, amolecimento, remoção de impurezas, entre outros.

4) **Reservatórios de Distribuição:** é constituída pelos reservatórios, que recolhem a água aduzida e a tratada, e pela rede de tubos que a conduzem para o consumo, ou rede de distribuição. Embora a água possa ser conduzida diretamente da adutora à rede de distribuição, a utilização de reservatórios é prática usual e geral. Oferece diversas vantagens, entre as quais destacam-se: um melhor e mais seguro provimento para o consumo normal e para as suas variações, o atendimento de consumos de emergência e/ou consumos esporádicos, como o do combate a incêndios; a manutenção de uma pressão suficiente em todos os trechos da rede de distribuição, entre outros (MASCARÓ, 1987).

Por outro lado a rede de distribuição é a parte propriamente urbana e a mais dispendiosa de todo esse subsistema. Com os seus ramais instalados ao longo das ruas e logradouros públicos, a interdependência entre a rede hidráulica e a rede viária requer um cuidadoso estudo no planeamento urbanístico.

No caso mais geral, que é o de sua instalação em uma cidade ou zona urbana pré-existente, seu traçado está previamente definido, ficando subordinado à configuração das vias públicas, nem sempre favorável a um melhor escoamento. Estas redes são constituídas por uma sequencia de tubulações de diâmetros decrescentes, com início no reservatório de distribuição. Peças de conexão dos trechos ou ramais, válvulas, registros, hidrantes, aparelhos medidores e outros acessórios necessários completam-na (MASCARÓ, 1987).

Os materiais mais frequentemente empregados nas tubulações que compõem este subsistema é o PVC. Eles são utilizados em função das qualidades mínimas necessárias ao funcionamento das redes (pressões interna e externa), acarretando, assim, menores custos de instalação e operação.

Outro aspecto importante para se obter economia na execução e manutenção das redes é a profundidade de colocação das tubulações. Recomenda-se que estas tubulações não sejam colocadas em grandes profundidades, já que as de esgotos devem estar sempre abaixo da rede de distribuição de água (PUPPI, 1981).

2.4.2.4 Subsistema de Esgoto Sanitário

Uma vez utilizada, a água distribuída à população se deteriora, tornando-se repulsiva aos sentidos, imprestável mesmo a usos secundários, nociva, em consequência

da poluição e da contaminação. O seu imediato afastamento e um destino tal que não venha a comprometer a salubridade ambiental são providências que não podem ser postergadas (PUPPI, 1981).

Este subsistema constitui-se no complemento necessário do subsistema de abastecimento de água. Porém, as divergências são flagrantes e profundas, considerando que funcionam em sentido inverso, iniciando um onde o outro termina. A cada trecho da rede de distribuição de água deve corresponder o da rede coletora de água servida, ambas com exercício em marcha. Os fluxos, contudo, são opostos e de características diversas: o de água potável sob pressão, em conduto forçado e com vazão decrescente; o de esgoto, sob pressão atmosférica, em conduto livre e com vazão crescente (MASCARÓ, 1987).

O subsistema de esgotos sanitários compreende, geralmente, a rede de tubulações e órgãos acessórios, órgãos complementares e dispositivos de tratamento dos esgotos, antes de seu lançamento no destino final. Assim, tem-se:

1) **Redes de Esgotos Sanitários:** são formadas por tubos de diversos diâmetros e funções, entre as quais se destacam por ordem crescente de vazão e de sequência de escoamento: ligações prediais, coletores secundários, coletores primários, coletores tronco, interceptores e emissários. Tubos especiais, por vezes, podem ser necessários, como os sifões invertidos e outras. A escolha dos materiais utilizados nas tubulações das redes deve levar em consideração as condições locais (solo), as facilidades de obtenção e disponibilidade dos tubos, e os custos dos mesmos. Normalmente, são utilizados tubos de seção circular, cujos materiais mais comuns são: cerâmica, concreto simples ou armado, cimento-amianto e PVC (MASCARÓ, 1987).

2) **Ligações prediais:** são constituídas pelo conjunto de elementos que têm por finalidade estabelecer a comunicação entre a instalação predial de esgotos de um edifício e o sistema público correspondente (MASCARÓ, 1987).

3) **Poços de Visitas:** destinam-se à concordância, inspeção, limpeza e desobstrução dos trechos dos coletores; para isso devem ser instalados nas extremidades das tubulações, nas mudanças de direção, de diâmetro e de declividade, nas intersecções e a cada 100 m, aproximadamente, nos trechos longos (MASCARÓ, 1987).

Em muitos casos os poços de visitas são substituídos por terminal de inspeção de limpeza (TIL) ou terminal de limpeza (TL) e caixas de inspeção.

4) **Estações Elevatórias:** são indispensáveis em cidades ou áreas com pequena declividade e onde for necessário bombear os esgotos até locais distantes. A construção

destas estações só se justifica quando não é possível o esgotamento por gravidade. Estas estações têm custo inicial elevado e exigem despesas de operação e manutenção permanentes (MASCARÓ, 1987).

5) **Estações de Tratamento:** são instalações destinadas a eliminar os elementos poluidores, permitindo que as águas residuárias sejam lançadas nos corpos receptores finais em condições adequadas. O tratamento das águas residuárias exige, para cada tipo de esgoto (doméstico, industrial, entre outros), um processo específico, devendo ser realizado na medida das necessidades e de maneira a assegurar um grau de depuração compatível com os corpos d'água receptores. Estas estações são geralmente concebidas de modo a possibilitar a sua execução em etapas, não somente em termos de vazão, mas também em função do tratamento. Assim, os processos mais comuns para tratamentos de esgotos são: gradeamento, flutuação, sedimentação, coagulação, filtração, desinfecção, desodorização, digestão, entre outros (MASCARÓ, 1987).

2.4.2.5 Subsistema Energético

É constituído fundamentalmente por dois tipos de energias: a elétrica e a de gás. São as duas formas de energia que mais se usam nas áreas urbanas no mundo, por serem de fácil manipulação, e relativamente econômicas. A utilização destas duas fontes de energia vem aumentando desde o começo deste século, tendo se acentuado este crescimento a partir de 1973, com a crise do petróleo. A nível mundial, nas malhas urbanas, a energia elétrica destina-se à iluminação de locais e movimentação de motores, e a energia do gás à produção de calor (como cozinhar, esquentar água, aquecer ambientes) (MASCARÓ, 1987).

Com relação às redes que compõem este subsistema, a elétrica pode ser aérea ou subterrânea, sendo que esta última solução possui um custo maior. Nas áreas urbanas de baixa densidade e nas de pouco poder aquisitivo, a rede elétrica aérea é a solução adequada pelo seu menor custo, embora produza poluição visual e apresente menor segurança que a subterrânea. A rede de gás é sempre subterrânea e apresenta estruturas, materiais e diâmetros das tubulações similares aos da rede de água. Devido à sua periculosidade, sua localização é a mais isolada possível em relação às demais redes subterrâneas e às edificações (MASCARÓ, 1987).

Para melhor compreender as redes e equipamentos necessários a cada tipo de energia neste subsistema, será descrito abaixo:

1) **Energia Elétrica:** A generalização do uso da energia elétrica no fim do século XIX, entre outros fatores, fez com que as cidades mudassem de tamanho, morfologia e função. Uma das maiores inovações produzidas foi a verticalização das cidades, ao permitir o transporte vertical de pessoas e cargas e a elevação de água para andares superiores, possibilitando a existência de banheiros nos edifícios altos (MASCARÓ, 1987).

2) **Fornecimento de Energia Elétrica:** para esse fim, é necessário um conjunto de elementos interligados com a função de captar energia primária, convertê-la em elétrica, transportá-la até os centros consumidores e distribuí-la neles, onde é consumida por usuários residenciais, industriais, serviços públicos, entre outros (MASCARÓ, 1987).

3) **Sistema de Transmissão:** acham-se em franca evolução e podem ser agrupados, de uma maneira geral, em sistemas convencionais (hidrelétricas, a vapor, motores diesel, termonucleares), sistemas não convencionais (solares, eólicas, geotérmicas) e sistemas em desenvolvimento (pilhas de combustível, termoiônicas) (MASCARÓ, 1987).

Geralmente divididos em duas partes, transmissão através da zona rural e transmissão dentro do espaço urbano, sendo esta última conhecida como subtransmissão. Apresentam-se, na maioria dos casos, interligados regional e mesmo nacionalmente entre si e entre os sistemas de geração de energia, possibilitando, assim, o aumento da confiabilidade de abastecimento em situações anormais ou de emergência. A transmissão de energia tem vários níveis, que se diferenciam pelas tensões e quantidades de energia que cada um dos seus elementos básicos transporta. Estes elementos podem ser genericamente chamados de eletrodutos ou cabos, formados por linhas aéreas, subterrâneas ou submarinas. Os sistemas de transmissão são responsáveis por cerca de 80% das interrupções acidentais no fornecimento da energia elétrica, sendo assim a parte do fornecimento de energia mais vulnerável (MASCARÓ, 1987).

4) **Sistemas de Distribuição:** são compostos, basicamente, pelas redes de distribuição e pelo sistema de posteamento, como se verá a seguir (MASCARÓ, 1987):

a) **Redes de Distribuição:** tem duas partes fundamentais, como as demais redes de distribuição nas cidades (água, gás), uma rede primária e uma rede secundária, que alimenta realmente os usuários e que é alimentada pela primeira. Pode ser aérea ou

subterrânea, dependendo principalmente da densidade populacional da região a ser atendida. A rede aérea, mais comum e mais econômica, utilizada no Brasil (geralmente composta por três ou quatro fios, paralelos na vertical) possui o inconveniente de causar conflitos com a arborização urbana (curtos-circuitos por ocasião de ventos ou tempestades) além da falta de estética. Problemas também poderão ocorrer quando da utilização da rede subterrânea, pois poderá haver conflito entre as raízes das árvores e a rede. A falta de estética das linhas aéreas desagradam a todos, e aos urbanistas de forma especial. Passar à subterrânea representa um importante aumento de custo que nem todas as cidades podem suportar, pelo que os modernos cabos suspensos pré-unidos ou compactos, representam uma alternativa interessante. O custo dessas linhas é levemente superior ao das redes convencionais, mas é mais baixo que o das subterrâneas, representando, assim, um possível estágio intermediário (MASCARÓ, 1987);

b) **Posteação:** a posteação normalmente utilizada para sustentação da rede aérea é de concreto tubular ou de madeira, empregando-se, em geral, postes de 9,0 m de comprimento para redes secundárias e de 11,0 m para as primárias, além dos elementos para iluminação pública. A alternativa de suportar as redes aéreas nas edificações foi usada em algumas cidades brasileiras no passado, aproveitando-se de alguns edifícios já construídos. Porém, tinha inconvenientes quando a edificação era demolida ou remodelada, já que essa situação exigia soluções temporárias, nem sempre simples ou baratas, para manter a rede em funcionamento (MASCARÓ, 1987);

c) **Ligações Prediais:** consiste no conjunto de dispositivos que têm por finalidade estabelecer comunicação entre a rede de distribuição e a instalação elétrica dos prédios, sendo geralmente constituída de entrada da instalação consumidora (entre o poste e o medidor de consumo) e o ramal de serviço (MASCARÓ, 1987).

2.4.2.6 Sistemas de Comunicação

Este subsistema é o que mais se desenvolve atualmente, a uma velocidade muito grande. Compreende a rede telefônica e a rede de televisão a cabo. As conexões são feitas por condutores metálicos, e, mais recentemente, de fibras óticas, cabos terrestres ou submarinos e satélites. As redes de infraestrutura que compõem este subsistema

(cabreamento e fios) seguem especificações similares aos do sistema energético; os satélites fazem parte da engenharia aeroespacial (TONI, 1995).

A Era da Informação - expressão cunhada para caracterizar o aumento da importância dos novos meios de comunicação - deve muito ao computador, à indústria de programas e aos satélites de comunicação (TONI, 1995).

Nos anos 60, o Departamento de Defesa dos EUA apoiou uma pesquisa sobre comunicações e redes que poderiam sobreviver a uma destruição parcial, em caso de guerra nuclear. O protocolo da Internet foi desenvolvido para isso. Capaz de conectar todos os tipos de computadores foi adaptada para redes de pesquisas acadêmicas durante os anos 70. A Internet é a “mãe” das redes de computadores. A Internet é uma vasta estrutura de informações com espaço ilimitado. Está presente em várias comunidades. Os dados estão separados fisicamente no espaço, mas reunidos pela rede (Ó MARCAIGH, 1995).

2.5 Manutenção de Equipamentos de Redes de Infraestrutura Urbana

2.5.1 Definições de Manutenção

Segundo Monchy (1989), termo “manutenção” tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era “manter”, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante. O aparecimento do termo "manutenção" na indústria ocorreu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América.

Segundo Ferreira (1975), manutenção significa: "Ato ou efeito de manter-se. As medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação. Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas".

Segundo Monchy (1989), "A Manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais."

Segundo Tavares (1996), "Manutenção - Todas as ações necessárias para que um item (equipamento, obra ou instalação) seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada."

Para Monks (1989), "A manutenção é uma atividade desenvolvida para manter o equipamento ou outros bens em condições que irão melhor apoiar as metas organizacionais. As decisões de manutenção devem refletir a viabilidade do sistema em longo prazo".

2.5.2 Formas de Manutenção

2.5.2.1 Manutenção Corretiva

Segundo Monchy (1989), "a manutenção corretiva corresponde a uma atitude de defesa enquanto se espera uma próxima falha acidental, atitude característica da conservação tradicional".

A Knight Wendling Consulting AG (1996), atribui o termo "conserto" à manutenção corretiva, justificando como o "restabelecimento da margem de desgaste em peças e componentes com o objetivo de aumentar esta margem e, com isso, a vida útil do equipamento através de métodos adequados de conserto, eliminando assim, pontos frágeis do equipamento".

Segundo Viana (1991), "manutenção corretiva é a atividade que existe para corrigir falhas decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento."

Conforme Harding (1981), "manutenção corretiva é o trabalho de restaurar um equipamento para um padrão aceitável".

2.5.2.2 Manutenção Preventiva

Segundo Monchy (1989), "manutenção preventiva é uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha".

Segundo Viana (1991), "manutenção preventiva é uma filosofia, uma série de procedimentos, ações, atividades ou diretrizes que podem, ou não, ser adotados para se evitar, ou minimizar a necessidade de manutenção corretiva. Adotar a manutenção preventiva significa introduzir o fator qualidade no serviço de manutenção".

Na análise que faz a Knight Wendling Consulting AG (1996), manutenção preventiva é Inspeção, ou seja, "métodos preventivos para detectar com antecedência

danos ou distúrbios que estão se desenvolvendo, e assim impedir paradas não planejadas".

Conforme Harding (1981), "manutenção preventiva é o trabalho destinado à prevenção da quebra de um equipamento".

3 MÉTODO DA PESQUISA

Nesta etapa, apresenta-se o processo metodológico adotado, uma descrição do local escolhido para o trabalho e a caracterização da pesquisa.

A localização do objeto de estudo mostra a área de ação para o estudo de caso escolhido. O procedimento metodológico foi desenvolvido em etapas, e estas, quando necessário, divididas em fases de acordo com seu tamanho e complexidade. As etapas foram definidas de acordo com a metodologia proposta para atingir os objetivos específicos propostos.

3.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O IFSul, cuja reitoria localiza-se em Pelotas-RS, é formado por doze *campi*, sendo oito em atividade (Pelotas, Pelotas-Visconde da Graça, Sapucaia do Sul, Charqueadas e Passo Fundo, Bagé, Camaquã e Venâncio Aires) e três em fase de implantação (Lajeado, Sapiranga e Gravataí), além de um campus avançado em Santana do Livramento – já implantado (IFSUL, 2013).

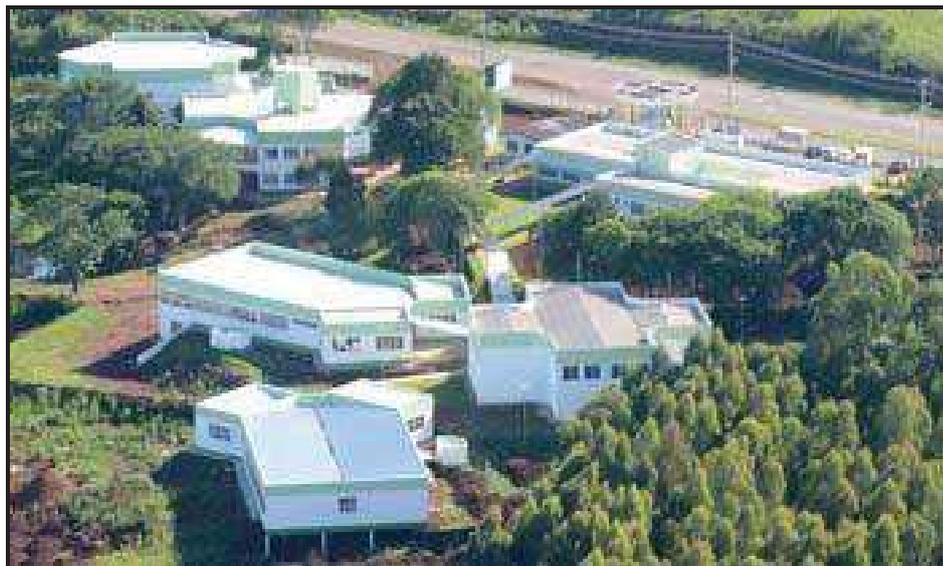
O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul-campus Passo Fundo), está localizado na estrada perimetral leste, 150 no município de Passo Fundo-RS, na região norte do Rio Grande do Sul.

O IFSul; campus Passo Fundo, é integrante da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica e foi criado a partir do CEFET-RS, mediante Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008 (IFSUL, 2011).

No mês de abril de 2012, o campus conta, além de novos prédios e laboratórios, com 45 professores e 36 técnicos-administrativos, para prover a educação de aproximadamente 550 alunos em uma área de 60.000 mil metros quadrados (IFSUL, 2011).

A distribuição dos prédios no instituto está representada na figura 7, onde é composto por: um prédio de sala de aula, um prédio com laboratórios de informática, uma oficina de fabricação mecânica, centro de convivência, auditório e o prédio do setor administrativo.

Figura 7: Vista Aérea do Campus Passo Fundo



Fonte: IFSul, 2011.

3.2 Classificação da Pesquisa

Existem diversas formas de classificar as pesquisas científicas. Neste trabalho será adotada a classificação de Silva e Menezes.

De acordo com Silva e Menezes (2005), esta pesquisa classifica-se como:

1) **Aplicada**, sob o ponto de vista da natureza, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática e envolve interesses locais. Levantaram-se e analisaram-se requisitos relacionados às redes de infraestrutura urbana do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul) – Campus Passo Fundo para a proposta de elaboração do banco de dados para o sistema de gerenciamento de informação para as redes de infraestrutura urbana do IFSul – Campus Passo Fundo.

2) **Qualitativa**, do ponto de vista da forma de abordagem do problema, pois os dados foram analisados indutivamente. A partir da coleta e análise de requisitos referentes às redes de infraestrutura urbana, elaborou-se a análise para a construção do banco de dados e, após sua estruturação, implementou-se o sistema de gerenciamento de informação para o IFSul – Campus Passo Fundo.

3) **Exploratória**, sob o ponto de vista dos seus objetivos, pois busca proporcionar maior familiaridade com o assunto relativo às redes de infraestrutura urbana. Envolveu entrevistas com pessoas relacionadas ao problema pesquisado e a análise de exemplos que auxiliam na sua compreensão. A pesquisa requer também

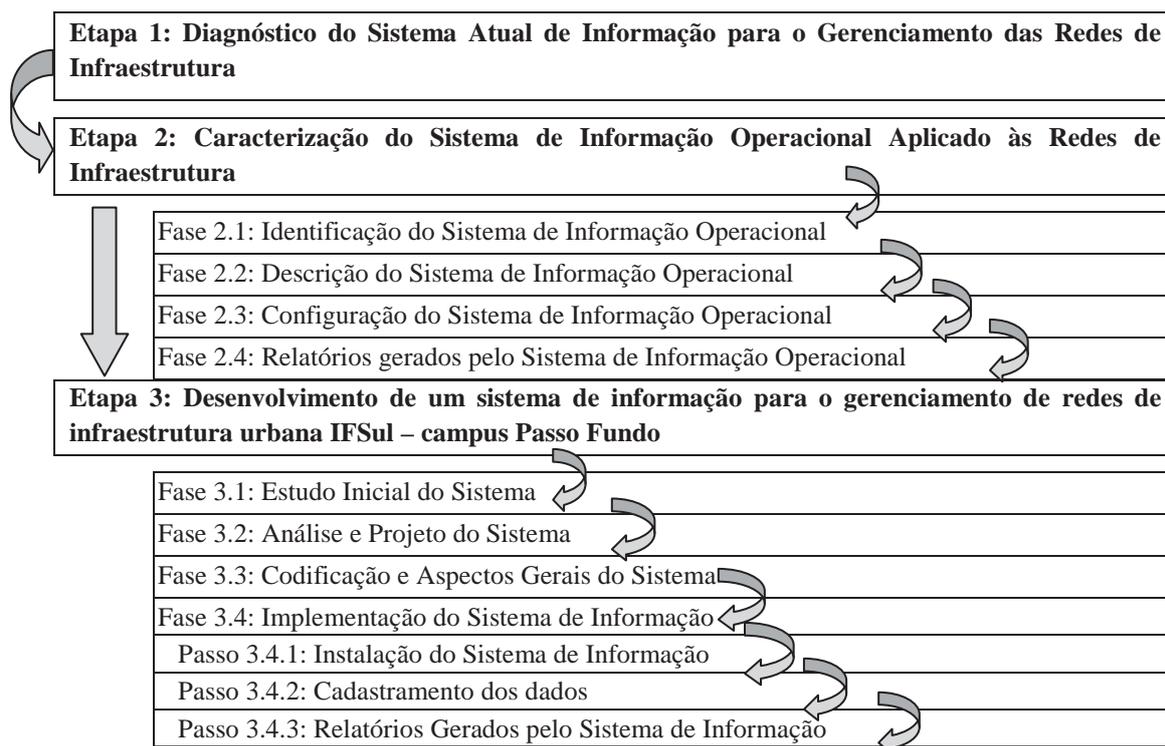
levantamento bibliográfico sobre as redes de infraestrutura, ações como coletas de documentos existentes que caracterizaram as funcionalidades e as características das redes de infraestrutura urbana.

4) **Estudo de caso**, do ponto de vista de tratamento dos procedimentos técnicos, realizando-se a coleta, o registro e a análise de informações permitindo, estruturar e implementar um sistema de informação gerencial aplicado às redes de infraestrutura urbana do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Passo Fundo.

3.3 Procedimento Metodológico

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em etapas e fases: as etapas e fases representam a estrutura para a descrição dos procedimentos a serem adotados para atingir os objetivos específicos, conforme o fluxograma apresentado na figura 8.

Figura 8: Fluxograma do desenvolvimento do procedimento metodológico.



Fonte: Próprio Autor, 2012.

A seguir, apresenta-se a descrição dos procedimentos adotados para o desenvolvimento do trabalho.

3.3.1 Etapa 1: Diagnóstico do Sistema Atual de Informação para o Gerenciamento das Redes de Infraestrutura

Foram verificados o registro, o controle e o monitoramento das informações relacionadas às redes, os procedimentos utilizados no planejamento para suas manutenções e o processo para identificar o funcionamento e os componentes das redes.

Para isso, foram realizadas cinco entrevistas com colaboradores responsáveis pelo controle e manutenção da área física do complexo do campus.

3.3.2 Etapa 2: Caracterização do Sistema de Informação Operacional Aplicada às Redes de Infraestrutura

1) Fase 2.1: Identificação do Sistema de Informação Operacional

Foram identificadas informações como: nome, data de cadastro do sistema, mapas dos locais geográficos onde a rede está instalada e indicação se a rede é integrada ou isolada. Estas informações foram coletadas através de entrevistas com colaboradores responsáveis e de análise de documentos em que constam essas informações.

2) Fase 2.2: Descrição do Sistema de Informação Operacional

Nesta fase da pesquisa, foi identificada a descrição dos componentes existentes da rede, tais como: número de acesso/ligações/conexões da rede e estatísticas de demanda de cada parte da rede durante os períodos de serviço (dias, semanas, meses, anos). Para o desenvolvimento desta fase, foram realizadas análise documental e entrevistas feitas com os colaboradores responsáveis.

3) Fase 2.3: Configuração do Sistema de Informação Operacional

Na fase, de configuração do sistema, a pesquisa apoia-se nas atividades desenvolvidas nas redes de infraestrutura urbana também podendo ser aplicadas a redes prediais, envolvendo o gerenciamento das redes. Nesse gerenciamento, os registros dessas informações foram inseridos, a saber: projetos, especificação de matérias e serviços para a realização de suas atividades e também para execução de manutenções,

entre outras funções. A forma de execução foi baseada nas coletas de dados realizadas nas etapas anteriores, utilizando questionários para o lançamento de dados.

4) Fase 2.4: Relatórios Gerados pelo Sistema de Informação Operacional

Na fase de geração de relatórios após as coletas de dados obtidos com as entrevistas e a análise documental nas fases anteriores, foi proposto um conjunto de relatórios gerando informações como: ano de construção da rede, tamanho da rede, população atendida, áreas de abrangência da rede, volumes de serviços demandados (quantidade por período de utilização, período de maior consumo), características gerais como demanda, localização de pontos críticos, características físicas da rede, tempo de vida útil estimada dos componentes, período de realização da manutenção e limpeza de determinados componentes. Neste momento são apresentados os seguintes elementos: técnica utilizada, resultados obtidos, registro de não conformidades, registro de outras atividades voltadas para a manutenção dos componentes das redes.

Esta fase foi desenvolvida através de análises dos dados preenchidos no questionário, apresentando assim as informações coletadas em forma de relatórios.

3.3.3 Etapa 3: Desenvolvimento de um sistema de informação para o gerenciamento de redes de infraestrutura urbana IFSul – Campus Passo Fundo

1) Fase 3.1: Estudo Inicial do Sistema

Nesta fase, iniciou o processo de compreensão do sistema. Inicialmente foi realizada uma análise identificando como é feito o processo de controle e de gerenciamento das redes do complexo do campus, e das principais funcionalidades, recursos e informações necessárias para serem armazenadas e processadas. Esse processo foi realizado por meio de coleta de dados, efetivando entrevistas com os colaboradores responsáveis, e de análise documental.

2) Fase 3.2: Análise e Projeto do Sistema

Nesta fase, foi realizada a elaboração da modelagem dos dados e das suas funcionalidades, sendo que os dados foram coletados em entrevistas na análise

documental. Para que fosse realizada essa fase, foi aplicada a metodologia de engenharia de software, a técnica de orientação a objetos e a linguagem de modelagem unificada (UML) como linguagem padrão para modelagem, realizando a estruturação dos diagramas e, posteriormente, a composição da base de dados para armazenamento das informações.

3) Fase 3.3: Codificação e Aspectos Gerais do Sistema

Esta fase tem como principal finalidade a construção física do sistema de informação, a partir dela, iniciou-se o processo de criação dos scripts do banco de dados, a codificação das funções e procedimentos que não são visíveis aos usuários e, por fim, a construção das telas de entrada, monitoramento dos dados e relatórios os quais serão manipulados e visualizados pelo utilizador do sistema. Para a execução desta fase, foi inicialmente definido um sistema gerenciador de banco de dados para criação da base de dados contendo suas respectivas tabelas analisadas na fase 3.2, a seguir foi definida uma linguagem de programação para a codificação, criação dos formulários de entrada e monitoramento das informações, finalizando com confecção dos relatórios gerados para futuras análises dos gestores.

4) Fase 3.4: Implementação do Sistema de Informação

Esta fase tem como objetivo a validação do sistema. Para efetuar a validação o sistema será instalado e configurado para o colaborador responsável, que realizará os lançamentos das informações no sistema para o monitoramento e análise dos relatórios gerados, com a finalidade de auxiliar o gestor em suas tomadas de decisões. Dentre os principais relatórios gerados pelo sistema, podemos destacar alguns: manutenção dos componentes das redes indicando seu tipo de manutenção preventiva ou corretiva, demandas das redes, problemas apresentados nos componentes das redes identificando suas causas e efeitos.

a) Passo 3.4.1: Instalação do Sistema de Informação

Neste passo, foi instalado o sistema para ser utilizada pela pessoa responsável da manutenção física do campus. A instalação foi feita em duas máquinas, a primeira foi

denominada servidor, na qual está hospedado o banco de dados, e na segunda máquina, foi feita a instalação do sistema.

b) Passo 3.4.2: Cadastramento dos Dados

Neste passo, foi realizado o cadastramento das informações referentes às redes no complexo do campus. Realizou-se, após a instalação, a verificação do funcionamento do sistema, Neste momento o colaborador responsável iniciou o processo de cadastramento das informações.

c) Passo 3.4.3: Relatórios Gerados pelo Sistema de Informação

Neste passo, foi realizada a implementação dos relatórios de acordo com os dados descritos na etapa 2. Para realizar a construção desses relatórios foi realizado a implementação deste, utilizando consultas no banco de dados para retornar as informações desejadas.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com a pesquisa feita para atender às necessidades do Instituto Federal Sul Rio Grandense – Campus Passo Fundo – RS, considerando o diagnóstico e a caracterização das redes de infraestrutura e o desenvolvimento de um sistema de informação para o gerenciamento de redes infraestrutura urbana ao objeto de estudo.

Os resultados são apresentados conforme os procedimentos metodológicos desenvolvidos no capítulo 3, mostrando a evolução do trabalho de acordo com a etapa desenvolvida.

4.1. Etapa1: Diagnóstico do Sistema Atual de Informação para o Gerenciamento das Redes de Infraestrutura – IFSul Campus Passo Fundo

Como resultado dos levantamentos de campo e das entrevistas realizadas, foi elaborado o diagnóstico das redes de infraestrutura urbana e prediais do IFSul, campus Passo Fundo. Verificou-se que a rede de distribuição de energia elétrica que é fornecida pela RGE, chega em alta tensão até o transformador instalado no interior do campus, do qual é feita a transformação para baixa tensão e é distribuída pela rede interna até os pontos de consumo do complexo do campus.

Com relação à não funcionalidade foi verificado que ocorrem problemas em alguns equipamentos, tais como: luminária, disjuntores e caixas de distribuição. Quando isso ocorre, as possíveis causas são decorrentes de temporais, raios e problemas de queda inesperada de energia.

No que se refere ao funcionamento da rede de abastecimento de água, que é oferecido pela CORSAN (Companhia Rio Grandense de Saneamento), a partir do hidrômetro localizado junto ao pórtico principal, assim observou-se que a rede é predial onde é dirigida ao reservatório superior localizado no prédio administrativo, a partir do qual é feito o abastecimento dos demais reservatórios localizados em cada um dos prédios cujo enchimento é controlado por torneiras boia. Segundo relatos fornecidos

pelos colaboradores, não foram identificados problemas graves, apenas pequenos vazamentos.

A rede predial de tratamento de esgoto utilizado no prédio do setor administrativo (P1) e no prédio do laboratório de informática (P5) possui um sistema próprio sendo composto por: tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro. No prédio da informática (P5), o sistema de tratamento de esgoto separa as rotas das tubulações. Os efluentes de bacias sanitárias são encaminhados para o tanque séptico, já os efluentes dos lavatórios não passam pelo tanque séptico e são encaminhados para o filtro anaeróbio.

Neste prédio, observou-se que o sistema de tratamento não está operando de forma desejada, porque o efluente da fossa séptica não está passando pelo filtro anaeróbio. O efluente entra no filtro anaeróbio, mas não passa pelo filtro dessa forma, conclui-se que o efluente está infiltrando no solo devido a um problema de não conformidade que está ocorrendo no filtro.

Sobre o funcionamento da rede predial de drenagem pluvial interna na área do campus, foi verificado que ela é incipiente, pois, quando ocorrem chuvas, o acúmulo de água é drenado por calhas, sendo que cada um dos prédios dispõe de caixa de água para captação em fibra de vidro com capacidade de 10.000 litros, que são utilizados nos serviços de lavagem de calçadas, irrigação de jardins, descargas das bacias sanitárias e mictórios. Com relação aos problemas identificados, foi relatado que, em épocas de muitas chuvas e ventos fortes, ocorre entupimento das calhas.

Quanto às rotas de circulação, são usados dois tipos: rotas de circulação de pessoas que são compostas de passeios pelos pedestres, o material utilizado é concreto desempenado, e, nas áreas onde ocorre a circulação de veículos e no estacionamento, são utilizados blocos de concreto intertravados. Nesta rede também não foi relatado nenhum problema.

Por fim, analisou-se que todo processo de controle e gerenciamento das informações é realizado manualmente com anotações em papéis, o que pode ocasionar extravio, perda e deterioração deles. Também se observou que, devido a esses fatores não existe nenhum mecanismo informatizado que garanta a segurança dos dados. Assim, pode ocorrer à perda completas dessas informações.

Na figura 9, é apresentada a planta baixa do complexo do campus Passo Fundo, a qual é visualizada toda área do campus e com o futuro prédio (P7), onde será as futuras instalações do laboratórios do curso de edificações.

Figura 9: Mapa – Planta Baixa do IFSul – Campus Passo Fundo



Fonte: IFSul, 2012.

Os resultados da pesquisa estão sintetizados no quadro 2: o qual apresenta as informações resumidas dos serviços relacionados às redes diagnosticadas no complexo do campus e suas características.

Quadro 2: Infraestrutura urbana identificada no IFSul campus Passo Fundo.

Serviços/Redes	Complexo Campus	Características
Energia Elétrica	Integrada	Rio Grande Energia - RGE
Abastecimento de Água	Integrada	CORSAN
Drenagem Pluvial	Isolada	Drenado por calhas
Esgoto Sanitário	Isolada	Sistema Individual
Pavimentação	Isolada	Circulação de Pessoas Circulação de Veículos e Estacionamento

Fonte: Próprio Autor, 2012.

Analisando o diagnóstico realizado, pode-se avaliar os problemas de falta de registros das informações dos componentes e de monitoramento das avaliações para as futuras manutenções nas redes de infraestrutura existentes no campus. Assim, verifica-se que há a necessidade de um mecanismo para o gerenciamento e o monitoramento, informando os registros com suas devidas intervenções para executar futuras

manutenções e reparos nas redes de infraestrutura do complexo do campus Passo Fundo.

4.2. Etapa 2: Caracterização do Sistema de Informação Operacional Aplicado às Redes de Infraestrutura – IFSul campus Passo Fundo

Para a realização dessa etapa, foi necessário analisar cada detalhe de um conjunto de informação, incluindo o cadastro técnico, a fim de que não haja a necessidade de uma verificação *in loco*. Foram analisados dados como mapa e o projeto de rede, no qual foi possível identificar seus componentes.

Foi necessário também conhecer as demandas de cada parte do sistema, ao longo do dia. Outro fator que foi considerado é relacionado à conformidade com as normas estabelecidas.

Para que essa análise e avaliação fossem realizadas foi disponibilizado para as pessoas responsáveis um questionário, disponível em APÊNDICE A, como modelo para realizar as coletas de dados descritas a seguir.

4.2.1 Rede de Energia Elétrica

4.2.1.1 Fase I: Identificação do Sistema de Informação Operacional

- 1) Nome e data de cadastro do sistema: Rede de energia elétrica, cadastrado no ano de 2006;
- 2) Mapa dos locais geográficos onde a rede está instalada: ANEXO A;
- 3) Indicação de tipo de rede (integrada ou isolada): Rede integrada ao sistema da RGE.

4.2.1.2 Fase II: Descrição do Sistema de Informação Operacional

- 1) Identificação dos componentes da rede: A rede é composta por fiação, postes de luz com luminárias, caixas de distribuição, quadro de comando e para-raios;
- 2) Estatísticas de demanda de cada parte da rede durante os períodos de serviço: Maior demanda durante a noite.

4.2.1.3 Fase III: Configuração do Sistema de Informação Operacional

- 1) Projetos: Arquivo – o material encontra-se em formato de documentos em papel e digital.
- 2) Especificação de materiais e serviços: Lâmpadas, fiação, serviços realizados, manutenção corretiva.

4.2.1.4 Fase IV: Relatórios Gerados pelo Sistema de Informação Operacional

- 1) Ano de construção da rede: Iniciada em 2006;
- 2) Tamanho da rede: Aproximadamente 2.332 m;
- 3) População atendida: Aproximadamente 620 pessoas;
- 4) Áreas de abrangência da rede: Todos os prédios do campus;
- 5) Volumes de serviços demandados (quantidade por período de utilização; período de maior consumo): Durante a noite;
- 6) Características gerais como demanda, localização de pontos críticos. Maior demanda de utilização é à noite. Características físicas da rede: A rede é subterrânea;
- 7) Tempo de vida útil estimado dos componentes: Aproximadamente 30 anos;
- 8) Período de realização da manutenção e limpeza dos componentes: A cada seis meses ou quando ocorrer problemas.
 - a. Técnica utilizada: Troca de lâmpadas, fiação e conectores;
 - b. Resultados obtidos: Realizados com eficiência;
 - c. Registro de não conformidades: Não há registros.
- 9) Registro de outras atividades voltadas para o melhoramento do sistema: Troca de componentes tais como: fiação, caixas de distribuição e conectores.

4.2.2 Rede Abastecimento de Água Potável

4.2.2.1 Fase I: Identificação do Sistema de Informação Operacional

- 1) Nome e data de cadastro do sistema: Rede (Predial) de abastecimento de água potável, cadastrado no ano de 2006;
- 2) Mapa dos locais geográficos onde a rede está instalada: ANEXO B;

- 3) Indicação de tipo de rede (integrada ou isolada): Rede é integrada ao sistema da CORSAN.

4.2.2.2. Fase II: Descrição do Sistema de Informação Operacional

- 1) Identificação dos componentes da rede: A rede é composta por: tubulação para água fria em PVC, conexões e reservatórios;
- 2) Estatísticas de demanda de cada parte da rede durante os períodos de serviço: Maior demanda durante a noite.

4.2.2.3 Fase III: Configuração do Sistema de Informação Operacional

- 1) Projetos: Arquivo – o material encontra-se em formato de documento em papel e digital.
- 2) Especificação de materiais e serviços: Conexões, tubos, reservatórios, serviços realizados manutenção preventiva.

4.2.2.4 Fase IV: Relatórios Gerados pelo Sistema de Informação Operacional

- 1) Ano de construção da rede: Iniciada em 2006;
- 2) Tamanho da rede: Aproximadamente 1.216 m;
- 3) População atendida: Aproximadamente 620 pessoas;
- 4) Áreas de abrangência da rede: Todos os prédios do campus;
- 5) Volumes de serviços demandados (quantidade por período de utilização; período de maior consumo): Durante a noite;
- 6) Características gerais como demanda, localização de pontos críticos. Maior demanda de utilização é à noite.
- 7) Características físicas da rede: A rede é subterrânea sendo que a tubulação passa por paredes e laje, é elevada nos reservatórios;
- 8) Tempo de vida útil estimada dos componentes: Aproximadamente 30 anos;
- 9) Período de realização da manutenção e limpeza de determinados componentes apresentando: A cada seis meses são realizadas vistorias.
 - a. Técnica utilizada: Limpeza dos reservatórios;
 - b. Resultados obtidos: Realizados com eficiência;
 - c. Registro de não conformidades: Não há registros.

- 10) Registro de outras atividades voltadas para o melhoramento do sistema:
Reparos nas conexões e reservatórios.

4.2.3 Rede de Esgoto Sanitário

4.2.3.1 Fase I: Identificação do Sistema Operacional de Informação

- 1) Nome e data de cadastro do sistema: Esgoto sanitário, cadastrado no ano de 2006;
- 2) Mapa dos locais geográficos onde a rede predial está instalada: ANEXO C;
- 3) Indicação de tipo de rede (integrada ou isolada): Rede isolada.

4.2.3.2 Fase II: Descrição do Sistema Operacional de Informação

- 1) Identificação dos componentes da rede: A rede predial é composta por: tubulação em PVC para esgotos sanitários, caixas de inspeção, caixas de gordura e sumidouros;
- 2) Estatísticas de demanda de cada parte da rede durante os períodos de serviço: Maior demanda durante a noite.

4.2.3.3 Fase III: Configuração do Sistema Operacional de Informação

- 1) Projetos: Arquivo – o material encontra-se em formato de documentos em papel e digital.
- 2) Especificação de materiais e serviços: Filtros, tubulações, caixas de gorduras e caixas de inspeção e tanque séptico. Serviço realizado: manutenção preventiva.

4.2.3.4 Fase IV: Relatórios Gerados pelo Sistema Operacional de Informação

- 1) Ano de construção da rede: Iniciada em 2006;
- 2) Tamanho da rede: Aproximadamente 2.432 m;
- 3) População atendida: Aproximadamente 620 pessoas;
- 4) Áreas de abrangência da rede: Todos os prédios do campus;
- 5) Volumes de serviços demandados (quantidade por período de utilização; período de maior consumo): Durante a noite;

- 6) Características gerais como demanda, localização de pontos críticos, proximidade de grandes consumidores: Maior demanda de utilização é à noite; não há registros de proximidade de grandes consumidores;
- 7) Características físicas da rede: A rede é subterrânea;
- 8) Tempo de vida útil estimada dos componentes: Aproximadamente 30 anos;
- 9) Período de realização da manutenção e limpeza dos componentes apresentando, quando ocorrem entupimentos;
 - a. Técnica utilizada: Limpeza na caixa de gordura e tubulações e do tanque séptico;
 - b. Resultados obtidos: Realizados com eficiência;
 - c. Registro de não conformidades: Filtro não está operando de forma adequada no prédio da informática.
- 10) Registro de outras atividades voltadas para o melhoramento do sistema: Limpeza nas caixas de gordura.

4.2.4 Rede Pluvial

4.2.4.1 Fase I: Identificação do Sistema Operacional de Informação

- 1) Nome e data de cadastro do sistema: Drenagem Pluvial, cadastrado no ano de 2006;
- 2) Mapa dos locais geográficos onde a rede está instalada: ANEXO D;
- 3) Indicação de tipo de rede (integrada ou isolada): Rede isolada.

4.2.4.2 Fase II: Descrição do Sistema Operacional de Informação

- 1) Identificação dos componentes da rede: A rede predial é composta por tubulação para esgoto pluvial, calhas e caixa de areia;
- 2) Estatísticas de demanda de cada parte da rede durante os períodos de serviço: Maior demanda durante períodos de chuva.

4.2.4.3 Fase III: Configuração do Sistema Operacional de Informação

- 1) Projetos: Arquivo – o material encontra-se em formato de documentos em papel e digital.

- 2) Especificação de materiais e serviços: Calhas e caixas de areia. Serviço realizado: manutenção preventiva.

4.3.4.4 Fase IV: Relatórios Gerados pelo Sistema Operacional de Informação

- 1) Ano de construção da rede: Iniciada em 2006;
- 2) Tamanho da rede: Aproximadamente 2.432 m;
- 3) População atendida: Aproximadamente 620 pessoas;
- 4) Áreas de abrangência da rede: Todo o complexo do campus;
- 5) Volumes de serviços demandados (quantidade por período de utilização; período de maior consumo): Durante períodos de chuva;
- 6) Características gerais como demanda, localização de pontos críticos, proximidade de grandes consumidores: Maior demanda de utilização períodos de chuva; não existem registros de proximidade de grandes consumidores;
- 7) Características físicas da rede: Utilização de calhas;
- 8) Tempo de vida útil estimada dos componentes: Aproximadamente 30 anos;
- 9) Período de realização da manutenção e limpeza de determinados componentes apresentando, quando ocorre entupimento nas calhas,

Técnica utilizada: Limpeza nas calhas e reservatórios;

a. Resultados obtidos: Realizado com Eficiência;

b. Registro de não conformidades: Não há registros.

- 10) Registro de outras atividades voltadas para o melhoramento do sistema: Manter a limpeza constante em períodos de chuvas.

4.2.5 Rede de Pavimentação

4.2.5.1 Fase I: Identificação do Sistema de Informação Operacional

- 1) Nome e data de cadastro do sistema: Rede de pavimentação, cadastrada no ano de 2006;
- 2) Mapa dos locais geográficos onde a rede está instalada: ANEXO E;
- 3) Indicação de tipo de rede (integrada ou isolada): Rede isolada.

4.2.5.2 Fase II: Descrição do Sistema de Informação Operacional

- 1) Identificação dos componentes da rede: O tipo de revestimento no estacionamento é com blocos de concreto intertravados e calçadas de concreto;
- 2) Estatísticas de demanda de cada parte da rede durante os períodos de serviço: Maior demanda durante a noite.

4.2.5.3 Fase III: Configuração do Sistema de Informação Operacional

- 1) Projetos: Arquivo – o material encontra-se em formato de documentos em papel e digital.
- 2) Especificação de materiais e serviços: blocos de concretos, realização de manutenção corretiva.

4.2.5.4 Fase IV: Relatórios Gerados pelo Sistema de Informação Operacional

- 1) Ano de construção da rede: Iniciada em 2006;
- 2) Tamanho da rede: Aproximadamente 4.801,41m²;
- 3) População atendida: Aproximadamente 620 pessoas;
- 4) Áreas de abrangência da rede: Todos os prédios do campus e vias de veículos;
- 5) Volumes de serviços demandados (quantidade por período de utilização; período de maior consumo): Durante a noite;
- 6) Características gerais como demanda, localização de pontos críticos: Maior demanda de utilização é à noite.
- 7) Características físicas da rede: A rede é ampla com sinalização na via veicular, nas vias de pedestres é quase toda coberta por telhas de aluzinco, também possui informações com placas indicando a localização dos prédios do campus;
- 8) Tempo de vida útil estimada dos componentes: Aproximadamente 30 anos;
- 9) Período de realização da manutenção e limpeza de determinados componentes apresentando, quando haver fissuras e trincas,
 - a. Técnica utilizada: Preenchimento das fissuras e trincas;
 - b. Resultados obtidos: Realizados com eficiência;;

c.Registro de não conformidades: Não há registros.

- 10) Registro de outras atividades voltadas para o melhoramento do sistema:
Evitar excesso de peso na via de veículos.

Nessa etapa, observa-se que as informações descritas e que devem estar à disposição do gestor dizem respeito à identificação, à descrição e à configuração do comportamento das redes existentes.

Essas informações constituem um conjunto e um agrupamento de dados que possibilitam a construção de relatórios para análise do gestor em suas tomadas de decisões que possam contribuir na melhoria, reparos e até futuras trocas de componentes, assim proporcionando, assim vida útil, às redes de infraestrutura urbana.

4.3. Etapa 3: Desenvolvimento de um Sistema de Informação para o Gerenciamento de Redes de Infraestrutura IFSul – campus Passo Fundo

O software foi produzido em função das redes de infraestrutura urbana no complexo do IFSul - campus Passo Fundo, porém salienta-se que o complexo possui redes prediais, onde o sistema também foi aplicado. Os dados e levantamento de requisitos necessários foram coletados para efetuar a análise e desenvolvimento do sistema. Esses elementos foram baseados e extraídos nas informações do próprio campus, extraídos através de entrevistas com os servidores responsáveis pela manutenção física.

O processo de concepção do sistema desenvolveu-se em 3 fases inter-relacionadas descritas a seguir.

4.3.1 Fase 3.1: Estudo Inicial do Sistema

Os primeiros passos para o desenvolvimento do sistema de informação teve como objetivo analisar as principais funcionalidades para sua implementação, pois as existentes eram feitas manualmente através de formulários, anotações e arquivos.

Entre as principais funcionalidades analisadas, destacam-se as seguintes:

- a) cadastramento das redes;

- b) operacionalização dos lançamentos dos dados nas redes, tais como: não conformidades, demandas, componentes, problemas, limpeza dos componentes e manutenção;
- c) visualização das informações das redes para seu monitoramento de forma mais ágil;
- d) impressão documental para análise das informações;
- e) necessidade de um de banco de dados.

Com base nesses artefatos, optou-se pelo desenvolvimento de um software que fosse capaz de armazenar, processar as informações referentes às redes de infraestrutura existentes no IFSul campus Passo Fundo. Tendo em vista que era realizado manualmente, observou-se a necessidade de ter um mecanismo automatizado para o controle e armazenamento digital das informações.

4.3.2. Fase 3.2: Análise e Projeto do Sistema

Através de entrevistas com os responsáveis, identificaram-se os itens e as funcionalidades mais importantes e necessárias que devem fazer parte na estruturação do sistema de gerenciamento de banco de dados. Através do diagrama de caso de uso e diagrama de classes, tem-se uma visão melhor da estrutura do sistema.

Para atender às necessidades requeridas para a criação do software, optou-se por usar a plataforma Windows da Microsoft®, que permite a criação de uma interface amigável e é a mais conhecida do mercado, é também por o instituto utilizar como sistema operacional padrão nos computadores, utilizados tanto para os setores administrativos e laboratórios de informática.

As tecnologias utilizadas para desenvolver o sistema de informação foram o Microsoft Access® versão 2007, para criar e gerenciar o banco de dados, em razão da facilidade operacional que apresenta, e a linguagem de programação Visual Basic® versão 6.3. O uso dessas tecnologias foi motivado devido permitir o desenvolvimento rápido de aplicações que envolvem tanto a modelagem e estrutura de dados como também a interface a ser utilizada pelos usuários. E também em algumas máquinas no setor administrativo do instituto já é feita à instalação licenciada.

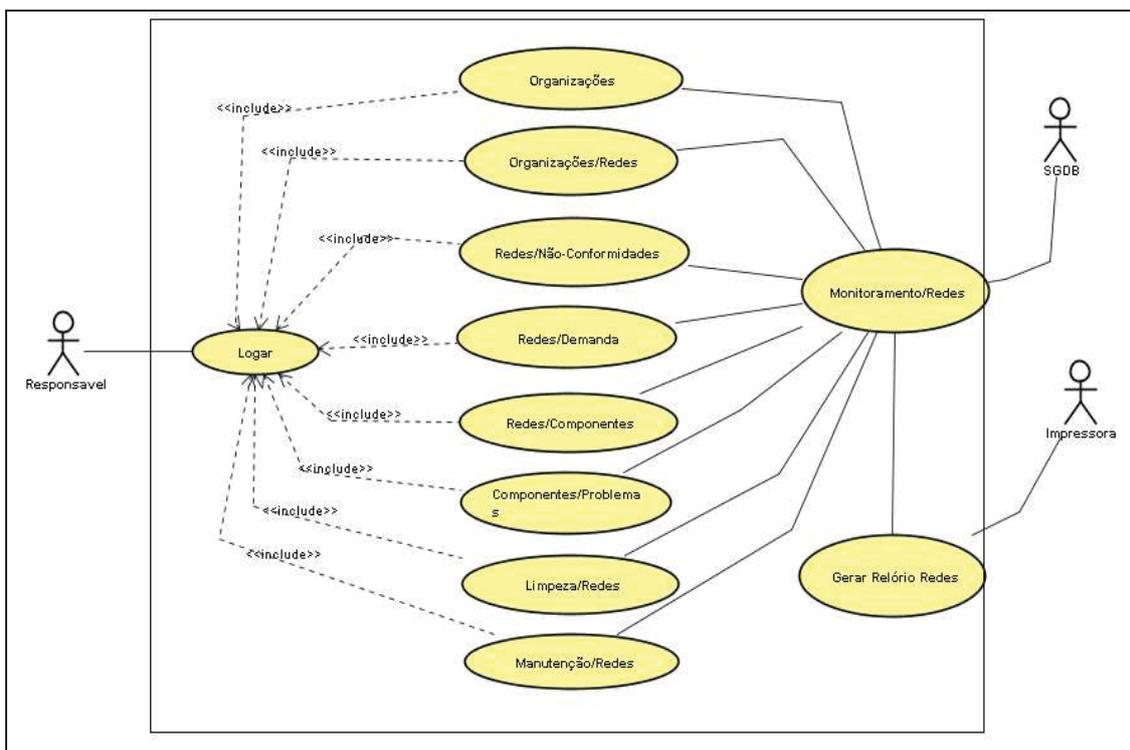
No processo de análise e modelagem dos dados do sistema foi utilizada a UML como a linguagem de modelagem. Optou-se por utilizar os diagramas caso de uso e o de classe. O primeiro porque visa prover uma descrição visual detalhada de como o usuário

e o sistema interagem para produzir a evolução do sistema através dos requisitos levantados. O diagrama de classes tem como principal papel permitir a visualização das classes que irão compor o sistema com seus respectivos atributos, assim preocupando-se como ficou a estrutura lógica do sistema, ou seja, a composição das tabelas no banco de dados.

4.3.2.1 Diagrama Caso de Uso do Sistema

O diagrama caso de uso do sistema ilustra uma visão externa da relação entre o responsável pela operacionalização do sistema e suas funcionalidades, que são apresentadas na figura 10.

Figura 10: Diagrama Caso de Uso do Sistema



Fonte: Próprio Autor, 2012.

4.3.2.2 Diagrama de Classes do Sistema

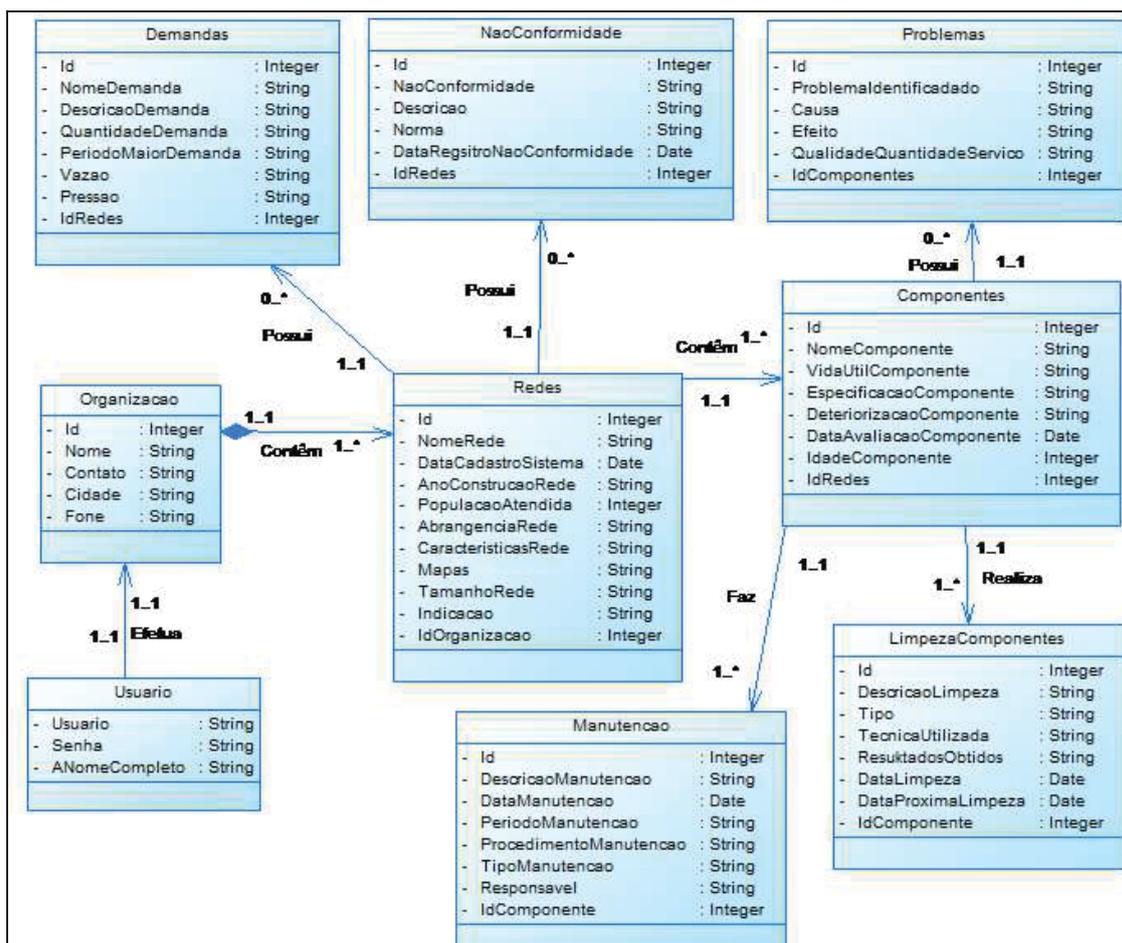
Baseando-se nas necessidades adquiridas através do levantamento de requisitos realizadas com o responsável pelo setor e com o auxílio do Diagrama Caso de Uso do

sistema, partiu-se para a criação do diagrama de classes, o qual representa o modelo conceitual mapeamento à relação dos dados, apresentado na Figura 11. Com base nesse diagrama, foi realizada a estrutura lógica do sistema para criação do banco de dados com suas respectivas tabelas.

A seguir é mostrada uma descrição sintética, na qual aparece o nome da tabela e a função que desempenha:

- a) Tabela usuários – cadastra os atributos da tabela usuário e sua respectiva senha para acesso ao sistema;
- b) Tabela organização – cadastra os atributos da tabela organização;
- c) Tabela redes – realiza o cadastramento e lançamento dos atributos da tabela redes relacionados aos atributos da tabela organização;
- d) Tabela demandas – realiza o cadastramento e lançamento dos atributos da tabela demanda relacionado aos atributos da tabela rede e os atributos da tabela organização;
- e) Tabela não conformidades - realiza o cadastramento e lançamento dos atributos da tabela não conformidades relacionados aos atributos da tabela rede relacionados aos atributos da tabela organização;
- f) Tabela componentes - realiza o cadastramento e lançamento dos atributos da tabela componentes relacionados aos atributos da tabela rede relacionados aos atributos da tabela organização;
- g) Tabela problemas - realiza o cadastramento e lançamento dos atributos da tabela problemas relacionados aos atributos da tabela componentes relacionados aos atributos da tabela rede relacionados aos atributos da tabela organização;
- h) Tabela manutenção - realiza o cadastramento e lançamento dos atributos da tabela manutenção relacionados aos atributos da tabela componentes relacionados aos atributos da tabela rede relacionados aos atributos da tabela organização;
- i) Tabela limpeza dos componentes - realiza o cadastramento e lançamento dos atributos da tabela limpeza dos componentes relacionados aos atributos da tabela componentes relacionados aos atributos da tabela rede relacionados aos atributos da tabela organização.

Figura 11: Diagrama Classes do Sistema



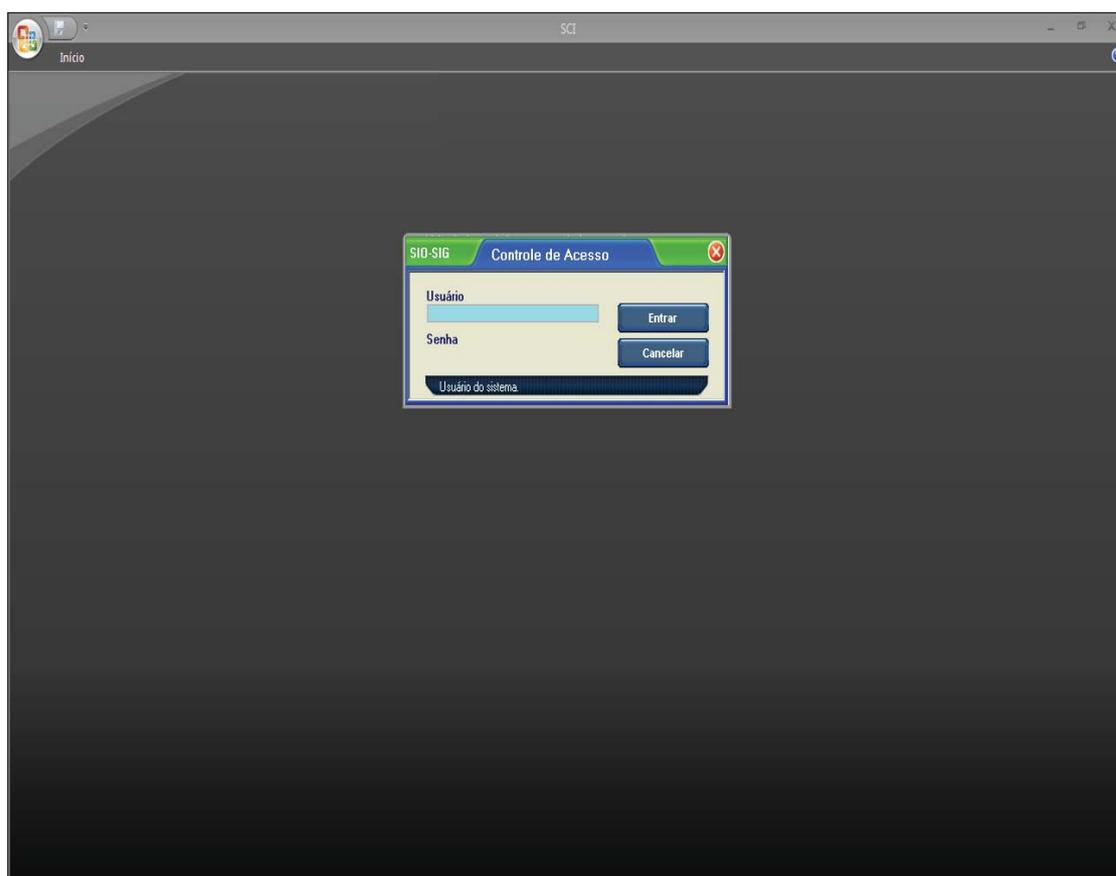
Fonte: Próprio Autor, (2012).

4.3.3 Fase 3.3: Codificação e Aspectos Gerais do Sistema

Esta fase objetiva mostrar o sistema em seus aspectos visuais e de entrada que é a forma vista pelos utilizadores do software. Todos os procedimentos realizados na codificação não são visíveis aos usuários sendo, apenas mostrados os resultados em forma de relatórios e visualizados nos próprios formulários após a inserção dos dados. Nessa fase, foi realizada a codificação do sistema e a criação do *layout*.

A Figura 12 mostra a tela inicial de autenticação e acesso ao sistema, onde deve ser digitado o nome de um usuário com sua respectiva senha, desde que cadastrado pelo administrador do sistema.

Figura 12: Tela de Autenticação



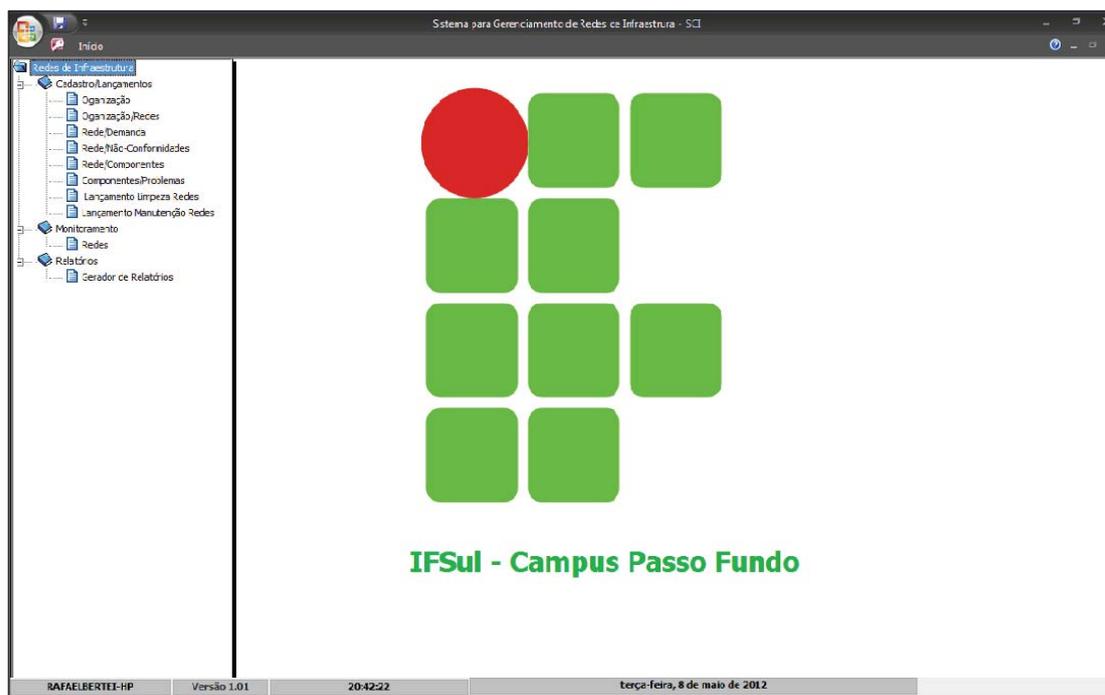
Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 3: Campos do Formulário Autenticação

Campo	Descrição
Usuário	Usuário utilizador do sistema
Senha	Senha do usuário para acesso ao sistema

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 13 apresenta a tela após efetuar o *login*, a qual permite o uso de todas as funções do sistema, começando com um menu *treeview*, no qual se abrem as opções de cadastro, monitoramento e relatórios, proporcionando acesso rápido e organizado a suas respectivas operações.

Figura 13: Tela Menu *Treeview*

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 14 apresenta o formulário de cadastramento das organizações, no qual é realizado o registro das organizações. O software é aplicado para as redes de infraestrutura do IFSul – campus Passo Fundo. Porém, fica em estudo a possível utilização para outras organizações. O *layout* de todas as telas apresentadas todas segue o mesmo padrão, tendo como finalidade a facilidade para seu manuseio.

Figura 14: Formulário Registro de Organização

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro4: Campos do Formulário Registro de Organização

Campo	Descrição
ID	Número sequencial gerado pelo sistema
Nome	Nome da organização onde as informações serão analisadas
Contato	Nome do contato ou responsável para informações
Fone	Telefone para contato
Cidade	Cidade onde a organização está instalada

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 15 apresenta o formulário lançamento de redes, o qual é utilizado para realizar o cadastramento das redes existentes em uma determinada organização.

Figura 15: Formulário Lançamento Redes

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 5: Campos do Formulário Lançamento Redes

Campo	Descrição
Nome rede	Nome da rede em que será efetuada o cadastro
Data cadastro sistema	Data na qual a rede foi cadastrada no sistema
Ano rede	Ano de construção da rede
População atendida	Número da população atendida pela rede
Abrangência rede	Informações sobre a abrangência da rede
Características da rede	Informações sobre características relevantes da rede
Indicação	Indicação do tipo de rede (integrada ou isolada)
Tamanho da rede	Especificação do tamanho da rede
Mapa/Arquivos	Adiciona mapas, arquivos relacionados às redes

Fonte: Próprio autor, 2012.

A figura 16 ilustra o formulário lançamento redes demandas, o qual tem a finalidade de receber o lançamento das demandas associadas as suas específicas redes existentes em uma determinada organização.

Figura 16: Formulário Lançamento Redes Demanda

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 6: Campos do Formulário Redes Demanda

Campo	Descrição
Demanda	Nome para demanda
Descrição demanda	Descrever sucintamente a demanda
Período utilização	Período utilização (manhã, tarde ou noite)
Período maior utilização	Período maior utilização (manhã, tarde ou noite)
Vazão	Informar valor da vazão
Pressão	Informar valor da pressão

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 17 ilustra o formulário lançamentos redes não conformidades, o qual tem a finalidade de efetivar o lançamento das não conformidades associadas as suas específicas redes existentes em uma determinada organização.

Figura 17: Formulário Lançamentos Redes Não Conformidades

The screenshot displays a web-based form titled "Lançamentos Redes - Não Conformidades". At the top, there is a menu bar with icons for "Fechar", "Minimizar", "Imprimir", "Novo", "Localizar", "Cancelar", "Deletar", and "Salvar". The main content area is divided into several sections:

- Organização:** A single text input field.
- Redes:** A section containing two input fields: "Nome Rede:" and "Ano Cadastro Rede:".
- Não-Conformidades Redes:** A table with four columns: "Descrição Não Conformidade:", "Data Reg. Não Conf:", "Acordo com a Norma:" (with a dropdown arrow), and "Descrição Norma:". Below the table is a large empty text area for additional details.

At the bottom of the form, there is a status bar showing "Registro: 1 de 1", "Sem Filtro", and "Pesquisar". The footer of the application includes the user name "RAFAELBERTEI-HP", the version "Versão 1.01", the institution "IF-Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo", and the timestamp "01/08/2012 11:15:57".

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 7: Campos do Formulário Redes Não Conformidades

Campo	Descrição
Descrição não conformidade	Descrever sucintamente não conformidade
Data registro não conformidade	Registro data da não conformidade
Acordo com a norma	Encontra-se de acordo com a norma (sim ou não)
Descrição da norma	Descreve a norma

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 18 ilustra o formulário lançamentos componentes redes, o qual tem a finalidade de registrar o lançamento dos componentes associados as suas específicas redes existentes em uma determinada organização

Figura 18: Formulário Redes Componentes

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 8: Campos do Formulário Redes Componentes

Campo	Descrição
Nome componente	Identificação do componente
Vital útil componente	Informação sobre vida útil do componente
Especificação do componente	Registro das especificações
Deteriorização	Possui estado deteriorização (sim ou não)
Data avaliação componente	Registro da data de avaliação do componente
Quantidades componentes	Número da quantidade dos mesmos componentes
Valor	Define o valor do equipamento
Total	Total do valor por quantidade de componentes
Valor Total Equipamentos	Realiza soma dos valores de todos componentes de uma determinada rede.

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 19 ilustra o formulário lançamentos problemas componentes redes, o qual tem a finalidade de registrar o lançamento dos problemas associados a um determinado componente de uma rede específica existente em uma determinada organização.

Figura 19: Formulários Lançamentos Problemas Componentes Redes

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 9: Campos Lançamentos Problemas Componentes Redes

Campo	Descrição
Problema identificado	Descrição do problema detectado
Causa	Descrição sobre possíveis causas
Efeito	Descrição sobre possíveis efeitos
Deteriorização	Possui estado deteriorização (sim ou não)
Qualidade quantidade serviço	Informações sobre qualidade, quantidade e serviço

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 20 ilustra o formulário lançamento limpeza componentes redes, o qual tem a finalidade de realizar os lançamentos das limpezas relacionados a um determinado componente de uma rede específica existente em uma determinada organização.

Figura 20: Formulário Limpeza Componentes Redes

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 10: Campos Limpeza Componentes Redes

Campo	Descrição
Descrição limpeza	Informações sobre a limpeza
Tipo	Tipo de limpeza que foi realizada (parcial ou completa)
Técnica utilizada	Descrição da técnica utilizada para realizar a limpeza
Resultados	Descrição dos resultados obtidos após a limpeza
Data limpeza	Data que é efetuada a limpeza
Próxima limpeza	Descrever período próxima limpeza

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 21 ilustra o formulário lançamento manutenção componentes das redes, o qual tem a finalidade de realizar o lançamento das manutenções relacionadas a um determinado componente de uma rede específica existente em uma determinada organização.

Figura 21: Formulário Lançamento Manutenção Componentes Redes

Fonte: Próprio autor, 2012.

Quadro 11: Campos Lançamento Manutenção Componentes Redes

Campo	Descrição
Descrição manutenção	Descrição da manutenção realizada
Data manutenção	Data que foi realizada a manutenção
Período manutenção	Informações sobre o período executado da manutenção
Procedimento manutenção	Procedimentos utilizados para realizar a manutenção
Tipo manutenção	Tipo manutenção (corretiva ou preventiva)
Responsável	Responsável por ter realizado a manutenção

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Figura 22 ilustra o formulário monitoramento das redes, o qual tem a finalidade de apresentar o monitoramento das informações para que se o acompanhamento delas para tomadas de decisões.

Figura 22: Formulário Monitoramento das Redes

Fonte: Próprio autor, 2012.

Na figura 22, pode ser observada, no início do formulário uma seta em vermelho, a qual está indicando um elemento denominado combo box, cuja finalidade neste formulário é pesquisar, identificar e seleccionar a rede onde deseja-se monitorar seus dados, assim listando as informações referentes a ela.

Para uma melhor apreciação dos campos e suas descrições, é apresentada sua descrição no quadro 12.

Quadro 12: Campos do Formulário Monitoramento das Redes

Demanda	
Campo	Descrição
Demanda	Nome para demanda
Período utilização	Período utilização (manhã, tarde ou noite)
Período maior utilização	Período maior utilização (manhã, tarde ou noite)
Vazão	Informar valor da vazão
Pressão	Informar valor da pressão
Não Conformidades	
Descrição não conformidade	Descrever sucintamente não conformidade
Data registro não conformidade	Registro data da não conformidade
Acordo com a norma	Encontra-se de acordo com a norma (sim ou não)
Descrição norma	Descrição da normalização
Componentes	
Nome componente	Identificação do componente
Vital útil componente	Informação sobre vida útil do componente
Especificação do componente	Registro das especificações
Data avaliação componente	Registro da data avaliada do componente
Quantidades componentes	Número da quantidade dos mesmos componentes
Problemas	
Problema identificado	Descrição do problema detectado
Causa	Descrição sobre possíveis causas
Efeito	Descrição sobre possíveis efeitos
Qualidade quantidade serviço	Informações que podem ser prejudicadas
Limpeza Componentes	
Descrição limpeza	Informações sobre a limpeza
Tipo	Tipo de limpeza que foi realizada (parcial ou completa)
Técnica utilizada	Descrição da técnica utilizada para realizar a limpeza
Data limpeza	Data que é efetuada a limpeza
Próxima limpeza	Descrever período próxima limpeza

continua...

...continuação

Manutenção	
Descrição manutenção	Descrição da manutenção realizada
Data manutenção	Data que foi realizada a manutenção
Período manutenção	Informações sobre o período executado da manutenção
Procedimento manutenção	Procedimentos utilizados para realizar a manutenção
Tipo manutenção	Tipo manutenção (corretiva ou preventiva)
Responsável	Responsável por ter realizado a manutenção

Fonte: Próprio autor, 2012.

4.3.4 Fase 3.4: Implementação do Sistema

Nesta fase, foi realizado o processo de operacionalização do sistema, sendo executado nos passos descritos a seguir.

4.3.4.1 Passo 3.4.1: Instalação do Sistema

O processo de instalação do sistema apresentou o seguinte cenário: foram necessários dois computadores, sendo um localizado no setor de informática do campus, tendo como finalidade prover o serviço de banco de dados para armazenamento, compartilhamento e segurança dos mesmos.

O segundo computador foi instalado e configurado no departamento de manutenção geral, setor que é responsável pelo monitoramento da manutenção física do campus. Portanto, nessa máquina, encontra-se o software instalado para sua usabilidade. Utilizando a mesma infraestrutura da rede de comunicação dos dados do campus, é realizada a comunicação com a máquina onde está hospedado o banco de dados para compartilhamento das informações entre ambos os computadores.

Também está compartilhada uma impressora na mesma máquina onde o sistema de informação está instalado para impressão dos relatórios.

Ambas as máquinas possuem a mesma arquitetura sendo um processador Intel (R) CORE (™) i3 CPU 3.2GHZ, com memória RAM de 4 GB, e capacidade de armazenamento no disco rígido (HD) de 500 GB.

4.3.4.2 Passo 3.4.2: Cadastramento dos Dados

O cadastramento dos dados teve como objetivo principal validar o sistema de informação utilizando dados dos subsistemas de infraestrutura urbana do campus. Esse cadastramento é um processo lento que necessita tempo, devido à quantidade de informações a serem coletadas e posteriormente inseridos no sistema. Para fins de validação do software, foram registrados nesse primeiro cadastramento os dados com informações relacionadas aos subsistemas das redes de abastecimento de água potável, esgoto sanitário e drenagem pluvial, o qual foi realizado durante o mês de setembro de 2012.

Segundo relatos do servidor que realizou essa alimentação de dados inicial, o sistema de informação proporcionou facilidade, agilidade operacional e uma adequada interação na usabilidade do software. Ressalta-se que as informações devem ser coletadas primeiramente para após serem cadastradas.

Nos APÊNDICES B, C, D, E, F, G, H, I, encontram-se algumas das principais telas com dados para uma melhor análise.

4.3.4.3 Passo 3.4.3: Relatórios Gerados pelo Sistema

Realizados os devidos cadastramentos e entradas de dados, faz-se necessária a emissão e geração dos relatórios apresentando os resultados obtidos e informando dados relacionados aos subsistemas das redes de infraestrutura do campus que se encontram no banco de dados cadastrados. Assim, é possível o monitoramento das informações para análise nos relatórios, possibilitando auxílio ao gestor em suas tomadas de decisões.

A figura 23 apresenta a tela do gerador de relatórios, a qual possui a função de facilitar o acesso aos diversos relatórios gerados pelo sistema, e também possibilitando também a criação de novos relatórios conforme suas solicitações.

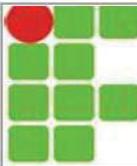
Figura 23: Gerador de Relatórios



Fonte: Próprio autor, 2012.

A figura 24 apresenta o relatório listando informações das redes prediais de abastecimento de água potável, esgoto sanitário e drenagem pluvial cadastradas.

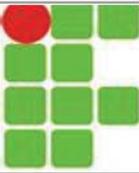
Figura 24: Relatório – Lista de Redes

 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE Campus Passo Fundo						Data :05/11/2012 Hora :18:34:27 Folha 1 de 1
RELATÓRIO - LISTA DE REDES CADASTRADAS						
Abastecimento de Água Potável						
Data Cad. Sistema:	Ano Cons.Red:	População Atendida:	TamanhoRede:	Abrangência Rede:	Indicação:	
26/05/2006	2006	620	1216 metros	Todos os prédios	Integrada	
Características Rede:						
Composta por tubulações em PVC, conexões, reservatórios.						
Drenagem Pluvial						
Data Cad. Sistema:	Ano Cons.Red:	População Atendida:	TamanhoRede:	Abrangência Rede:	Indicação:	
26/05/2006	2006	620	2432 metros	Todos os prédios	Isolada	
Características Rede:						
Composta por tubulações, calhas, caixas de areia, cisternas.						
Esgoto Sanitário						
Data Cad. Sistema:	Ano Cons.Red:	População Atendida:	TamanhoRede:	Abrangência Rede:	Indicação:	
26/05/2006	2006	620	2432 metros	Todos os prédios	Isolada	
Características Rede:						
Composta por tubulações em PVC, caixas de inspeção, caixas de gordura.						

Fonte: Próprio autor, 2012.

A figura 25 apresenta o relatório gerado, listando informações das redes de abastecimento de água potável, esgoto sanitário e drenagem pluvial, apresentando as demandas e não conformidades relacionadas às suas determinadas redes.

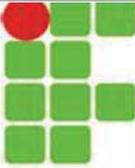
Figura 25: Relatório – Lista Demandas - Não Conformidades

		Data : 05/11/2012 Hora : 18:08:05 Folha 1 de 1	
LISTA - DEMANDAS / NÃO CONFORMIDADES			
Abastecimento de Água Potável			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	1216 metros	
Demandas			
Demanda:	Descrição:	Período Utiliz:	Per. Maior Utiliz:
Manhã	Pouca	Manhã	Noite
Tarde	Média	Tarde	Noite
Noite	Alta	Noite	Noite
Não-Conformidades			
Não Conformidade:	Descrição Norma:	Acordo com a Norma:	Data Reg NC
Registro de pressão deve funcionar sem vazamentos	Vazamento de registro de pressão	Não	13/09/2012
Esgoto Sanitário			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	2432 metros	
Demandas			
Demanda:	Descrição:	Período Utiliz:	Per. Maior Utiliz:
Janeiro - 2012	Pouca	Manhã	Manhã
Fevereiro - 2012	Pouca	Manhã	Manhã
Março -2012	Alta	Noite	Noite
Não-Conformidades			
Não Conformidade:	Descrição Norma:	Acordo com a Norma:	Data Reg NC
O Efluente deve passar pelo filtro.	Sistema de Tratamento de Esgoto	Não	01/03/2012
Efluente da Caixa de gordura não deve transbordar.	Limpeza de caixas de gordura	Não	19/09/2012
Drenagem Pluvial			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	2432 metros	
Demandas			
Demanda:	Descrição:	Período Utiliz:	Per. Maior Utiliz:
Período de chuvas.	Maior uso quando a região est	Noite	Noite
Não-Conformidades			
Não Conformidade:	Descrição Norma:	Acordo com a Norma:	Data Reg NC
Água Pluvial deve passar livremente na calha.	Folhas de árvore nas calhas	Não	17/09/2012

Fonte: Próprio autor, 2012.

A figura 26 apresenta o relatório com as informações das redes prediais de abastecimento de água potável, rede predial de esgoto sanitário e drenagem pluvial, apresentando seus componentes e a necessidade de limpeza respectiva à rede.

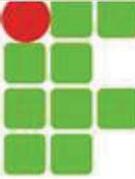
Figura 26: Relatório – Lista Componentes Limpezas

 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE Campus Passo Fundo						Data : 05/11/2012 Hora 18:19:59 Folha 1 de 2	
LISTA - COMPONENTES LIMPEZA							
Abastecimento de Água Potável							
Ano Const. Rede:		População Atendida:		Tamanho Rede:			
2006		620		1216 metros			
COMPONENTES							
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor:	Quant:	Vlr Quant:		
Registro de pressão	30 anos	Registro usado em torneiras, chuveiros.	R\$ 28,00	40	R\$ 1.120,00		
Limpeza							
Desc. Limpeza:	Tipo:	Resultados:	Data Limpeza:	Prox. Limpeza			
Não foi realizada limpeza para		Não obteve resultado					
Vlr Total Componentes:			R\$ 1.120,00				
Esgoto Sanitário							
Ano Const. Rede:		População Atendida:		Tamanho Rede:			
2006		620		2432 metros			
COMPONENTES							
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor:	Quant:	Vlr Quant:		
Caixa de Gordura	30 anos	Caixa de passagem de Efluente de pias.	R\$ 25,00	5	R\$ 125,00		
Limpeza							
Desc. Limpeza:	Tipo:	Resultados:	Data Limpeza:	Prox. Limpeza			
Eficiente	Completa	Eficaz	25/09/2012	25/10/2012			
Vlr Total Componentes:			R\$ 125,00				
Drenagem Pluvial							
Ano Const. Rede:		População Atendida:		Tamanho Rede:			
2006		620		2432 metros			
COMPONENTES							
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor:	Quant:	Vlr Quant:		
Calha	30 anos	Passagem de água da Chuva	R\$ 40,00	100	R\$ 4.000,00		
Limpeza							
Desc. Limpeza:	Tipo:	Resultados:	Data Limpeza:	Prox. Limpeza			
Eficiente	Completa	Eficaz	25/09/2012	25/10/2012			
Vlr Total Componentes:			R\$ 4.000,00				

Fonte: Próprio autor, 2012.

A figura 27 apresenta o relatório com as informações das redes prediais de abastecimento de água potável, rede predial de esgoto sanitário e drenagem pluvial, apresentando seus componentes e possíveis problemas relacionados à determinada rede.

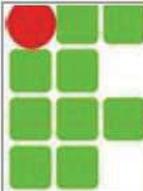
Figura 27: Relatório – Lista Componentes Problemas

		Data : 05/11/2012 Hora 18:28:13 Folha 1 de 2	
LISTA - COMPONENTES			
Abastecimento de Água Potável			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	1216 metros	
COMPONENTES			
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor: Quant: Vir Quant:
Registro de pressão	30 anos	Registro usado em torneiras, chuveiros.	R\$ 28,00 40 R\$ 1.120,00
Problemas			
Problemas Identificado:	Causa:	Efeito:	
Vazamento	Conexão com proble	Vazamento	
Vir Total Componentes:			R\$ 1.120,00
Esgoto Sanitário			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	2432 metros	
COMPONENTES			
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor: Quant: Vir Quant:
Caixa de Gordura	30 anos	Caixa de passagem de Efluente de pias.	R\$ 25,00 5 R\$ 125,00
Problemas			
Problemas Identificado:	Causa:	Efeito:	
Entupimento	Falta de limpeza	Transbordamento de efluente	
Vir Total Componentes:			R\$ 125,00
Drenagem Pluvial			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	2432 metros	
COMPONENTES			
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor: Quant: Vir Quant:
Calha	30 anos	Passagem de água da Chuva	R\$ 40,00 100 R\$ 4.000,00
Problemas			
Problemas Identificado:	Causa:	Efeito:	
Obstrução de água da chuva	Falta de limpeza	Vazamentos	
Vir Total Componentes:			R\$ 4.000,00

Fonte: Próprio autor, 2012.

A figura 28 apresenta o relatório gerado, contendo as informações das redes prediais de abastecimento de água potável, rede predial de esgoto sanitário e drenagem pluvial, apresentando seus componentes e manutenções relacionados à determinada rede.

Figura 28: Relatório – Lista Componentes Manutenção

		Data :05/11/2012 Hora 18:31:22 Folha 1 de 2	
LISTA - COMPONENTES MANUTENÇÃO			
Abastecimento de Água Potável			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	1216 metros	
COMPONENTES			
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor:
Registro de pressão	30 anos	Registro usado em torneiras, chuveiros.	R\$ 28,00
Manutenção			
Desc. Manutenção:	Dt Manutenção	Periodo Manut.	Procedimento Manut: Tipo Manut:
Troca de registro de pressão	25/09/2012	3 anos	Retirada do antigo registro. Corretiva
Esgoto Sanitário			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	2432 metros	
COMPONENTES			
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor:
Caixa de Gordura	30 anos	Caixa de passagem de Efluente de pias.	R\$ 25,00
Manutenção			
Desc. Manutenção:	Dt Manutenção	Periodo Manut.	Procedimento Manut: Tipo Manut:
Limpeza	25/10/2012	Mensal	Retirada de efluentes Preventiva
Drenagem Pluvial			
Ano Const. Rede:	População Atendida:	Tamanho Rede:	
2006	620	2432 metros	
COMPONENTES			
Nome Componente:	Vida Útil Comp	Especificação Comp:	Valor:
Calha	30 anos	Passagem de água da Chuva	R\$ 40,00
Manutenção			
Desc. Manutenção:	Dt Manutenção	Periodo Manut.	Procedimento Manut: Tipo Manut:
Limpeza	25/10/2012	Mensal	Retirada de folhas Preventiva

Fonte: Próprio autor, 2012.

Com base nos resultados obtidos nesta etapa, pôde-se observar a existência de um sistema de informação possui uma interface padronizada com operacionalização adequada para entrada de dados, agilidade na consulta das informações. Assim, as informações podem ser visualizadas de uma forma organizada como é apresentada nos formulários, proporcionando facilidade na geração de relatórios, os quais apresentam resultados parciais relacionados a informações específicas de determinada rede de infraestrutura.

Apresenta-se, assim para o gestor uma adequada leitura e análise dos dados encontrados que podem ser utilizados em suas decisões para melhoramento dos subsistemas de rede infraestrutura urbanas e prediais existentes em determinada organização.

Outro aspecto que vale destacar é a existência de um mecanismo para armazenamento das informações em um banco de dados, assim preservando a segurança e a integridade deles.

4.4 Considerações Finais

Foi possível constatar durante o período em que o sistema informação foi testado houve benefícios gerados pelo próprio sistema desenvolvido.

Os principais benefícios são: melhoria nos serviços realizados e oferecidos pelo setor; melhoria na tomada de decisões por meio do fornecimento de informações mais rápidas e precisas; melhoria na estrutura organizacional facilitando o fluxo de informações; existência de informações relevantes e atualizadas.

Destaca-se também a otimização do fluxo de informação permitindo maior agilidade e organização, ganho de produtividade, maior integridade e veracidade da informação. Assim como maior estabilidade, segurança de acesso à informação e precisão, bem como facilidade na geração de relatórios.

Essas premissas contribuíram para o fortalecimento no processo de operacionalização no setor, garantindo um diferencial de apoio na tomada de decisões futuras.

É preciso destacar que, para obter mais informações sobre benefícios e vantagens do sistema, faz-se necessário um processo de teste em um prazo maior, por

meio do qual se poderá avaliar com maior profundidade novas funcionalidades do sistema e implementá-las.

5 CONCLUSÕES

5.1 Conclusão do trabalho

O desenvolvimento do trabalho fundamentou-se na questão do desenvolvimento de um sistema de informação operacional para gerenciamento de redes de infraestrutura urbana, tendo como objeto de estudo o Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Campus Passo Fundo. Salienta-se que o presente sistema trata-se de uma aplicação que também pode ser utilizada em redes prediais como pode-se ter visto no capítulo apresentação e análise dos resultados . Neste sentido diagnosticou-se o sistema atual de informação para o gerenciamento das redes de infraestrutura urbana e caracterizou-se o Sistema de Informação Operacional de redes de infraestrutura urbana do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Passo Fundo.

Quanto ao primeiro objetivo específico - diagnosticar o sistema atual de informação para o gerenciamento das redes de infraestrutura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Passo Fundo, verificou-se que todo processo era realizado manualmente. Desta forma, constatou-se que o método utilizado ocasionava demora no tempo para consultar informações, inexistência de dispositivos que garantissem a integridade e a segurança dos dados, o que poderia resultar em informações extraviadas e deteriorizadas em razão do tempo, pois elas eram feitas através de formulários em formato de documentos e anotações em papéis, assim gerando dificuldade em organização dos dados.

Quanto ao segundo objetivo específico - caracterizar o Sistema de Informação Operacional aplicado às redes de infraestrutura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Passo Fundo, conclui-se que para o planejamento operacional das redes diagnosticadas nesse estudo deve ser avaliado cada detalhe de seu conjunto, que inclui o seu cadastro técnico, a fim de que não necessite de uma verificação *in loco*. Informações como, mapa e projeto de rede, onde seja possível identificar seus componentes, são fundamentais. Também, outro aspecto importante é relacionado a não conformidade para saber se está ou não de acordo com suas normas. Assim, observou-se que as informações devem estar à disposição do gestor.

Quanto ao terceiro objetivo específico - desenvolvimento de um sistema operacional para gerenciamento de redes de infraestrutura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Passo Fundo, conclui-se que, com o desenvolvimento do sistema, agilizou-se a melhoria no acesso às informações, proporcionando relatórios mais precisos, cadastramento mais rápido, com menor esforço, e melhoria na produtividade. Assim, foi possível proporcionar uma melhor operacionalização, mantendo a segurança e integridade das informações que são armazenadas em um banco de dados. Existência de um sistema com interface padronizada em seus formulários para entrada de dados que contribua para o funcionamento das atividades rotineiras, assim facilitando o seu manuseio.

Portanto, de maneira geral, o trabalho atingiu todos os objetivos propostos. Ressalta-se ainda que o sistema pode ser utilizada em outras organizações, pois o Instituto Federal serviu como elemento de estudo para validar a operacionalização da sistema e também por ter acesso facilitado na fase de coleta de dados como: documentos e entrevistas com as pessoas encarregadas no monitoramento dos subsistemas das redes de infraestrutura urbana e prediais.

O desenvolvimento desta pesquisa realizou-se de maneira satisfatória, gerando um software que possui funcionalidades que auxiliam gestores em suas futuras tomadas de decisões. As principais vantagens do sistema são: melhoria na tomada de decisões, por meio do fornecimento de informações mais rápidas e precisas; estímulo de maior interação dos tomadores de decisão; melhorias operacionais envolvendo trocas e manutenções relacionadas aos subsistemas de redes de infraestrutura urbana de uma determinada organização, como prefeituras, condomínios, universidades, escolas e até um complexo empresarial.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Embasados nas conclusões desta pesquisa e com o intuito de desenvolver um sistema de informação para gerenciamento de redes de infraestrutura urbana, fazem-se sugestões, recomendando a execução dos seguintes trabalhos e pesquisas complementares:

1. aplicar o sistema em outras organizações, como prefeituras, universidades e condomínios, com o objetivo de identificar situações que possam verificar novos atributos mais específicos em determinadas redes;

2. pesquisar novas funcionalidades que possam ser implementadas no sistema, como criar módulos em determinadas redes de infraestrutura urbana também predial que possam ser automatizados seus componentes, e que, através de um mecanismo automatizado possa identificar quais componentes fisicamente estão com problemas sem necessitar *vistoria in loco*;
3. ampliar o desenvolvimento do sistema com as sugestões citadas anteriormente para que possam ser monitoradas e administradas pela internet. Assim, fica a sugestão de um desenvolvimento de uma nova versão voltada para web.

REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V. **Estudos dos Materiais de Construção Civil – Materiais Alternativos**. In: Tecnologia de Edificações/Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo, PINI/IPT, 1988.
- ALMEIDA, A.; RAMOS, F. **Gestão da informação**. 2. ed. Recife: Editora da UFPE, 2002. p. 3-12.
- AZAMBUJA, R. A.; DALFOVO, O.; RODRIGUES, L. C. **Sistema de informação estratégico para pequenas e médias empresas**. RAI: Revista de Administração e Inovação, São Paulo, n. 22, p. 49-61, jul/dez. 2005.
- BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BATISTA, Emerson de Oliveira. **Sistema de Informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- BAUER, F.L. **Software Engineering - Information Processing**. Amsterdam: North Holland Publishing, 1972.
- BELLQUIM, A. **OODBMS: Quando Estaremos Prontos Para Usá-los?** Developers' Magazine, Rio de Janeiro, ano IV, n.47, p.10-11, mai. 2012.
- BOOCH, G: UML, **Guia do Usuário: tradução; Fábio Freitas da Silva**, Rio de Janeiro, Campus, 2000.
- CHAVES, E. O. C.; FALSARELLA, O. M. **Sistemas de informação e sistemas de apoio à decisão**. *Revista do Instituto de Informática PUCCAMP*, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 24-31, jan/jun. 1995.
- DAVIS, M.W. **Computerizing Healthcare Information: Developing Electronic Patient Information Systems. Revised edition**. New York: Mcgraw-Hill, 1998.
- DEGOULET, P., FIESCHI, M. **Introduction to Clinical Informatics**. New York: Springer-Verlag, 1997.
- DOLIN, R.H. **A high-level object-oriented model for representing relationship in an electronic medical record**. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care*, p.514-8, 1994.
- DORFMAN, M. **Requirements Engineering**. In: Thayer, R., Dorfman, M. (eds.). **Software Requirements Engineering**. Los Alamitos: IEEE, 1997.
- FERRARI, C. **Curso de Planejamento Municipal Integrado: Urbanismo** ed. São Paulo, Pioneira, 1991.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1º edição, 1975.

- FURLAN, J.D. **Modelagem de objetos através da UML**. São Paulo: Makron Books, 1998.
- FUZION. **Introdução a Orientação a Objetos**. Rio de Janeiro, 1999. CD-ROM. E-book.
- GUEDES, Gilleanes T. A: **Uml 2 - Uma Abordagem Prática - 2ª Ed.** - Editora: Novatec, 2011.
- HARDING, Hamish Alan. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 1981.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R.; **Pavement management system**. McGraw- Hill, 1978.
- HUDSON, W. R.; HAAS, R.; UDDIN, W. **Infrastructure management: integrating design, construction, maintenance, rehabilitation, and renovation**. New York: McGraw-Hill, 1997.
- IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2011.
- IFSUL - **INSTITUTO FEDERAL SUL RIO GRANDENSE**. Disponível em: <<http://www.ifsul.edu.br>>. Acesso em: out. 2011.
- JACOBSON, I., BOOCH, G., RUMBAUGH, J. **The Unified Software Development Process**. Addison-Wesley, 1999.
- KNIGHT WENDLING CONSULTING AG. **Auditoria de Manutenção para Empresa "X"**. Zurich, 1996.
- LARMAN, G. **Utilizando UML e padrões: Uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos**; Tradução Luiz A Meirelles Salgado. Bookman Porto Alegre, 2000.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informação**. 4. ed. LTC: Rio de Janeiro, 1999.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Gerenciamento de sistemas de informação**. 3. ed. LTC: Rio de Janeiro, 2001.
- LOBATO, E. **Brasil atrai Empresas de Comunicações**. Folha de São Paulo. São Paulo, 13 abr. 1995. Especial: A Era da Informação.
- MACHADO, F. B. **Limitações e deficiências no uso da informação para tomada de decisões**. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 59-63, abr/jun. 2002.
- MARTIN, J., Odell, J.J. **Object-Oriented Analysis and Design**. Prentice-Hall Inc., 1992.
- MATTIAZZI, L.D. **Orientação a Objetos e a UML: Finalmente um Rumo a Seguir**. *Developers' Magazine*, Rio de Janeiro, ano III, n.26, p.26-29. 1998.
- MASCARÓ, J. L. **Desenho urbano e custos de urbanização**. Brasília, MHU/SAM, 1987.
- MASCARÓ, J.L. **Manual de Loteamento e Urbanizações**. Porto Alegre, SAGRA/ D.C. Luzzatto, 1994.
- MASCARÓ, J. L. YOSHINAGA, M. **Infra-estrutura urbana**. São Paulo: Masquatro, 2005.
- MEIRELLES, Fernando de Souza, Informática: **Novas Aplicações com Microcomputadores**. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

MINAYO, M.C. de S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 22 ed. Rio de Janeiro.

MIRSHAWKA, Vitor e OLMEDO, Napoleão Lupes. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia - A Vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993.

MONCHY, François. **A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial**. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989.

MONKS, Joseph G. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora McGraw Hill, 1989.

MUMFORD, L. **A cidade na História: Suas Origens, Desenvolvimento e Perspectivas**. Trad. Neil R. da Silva, 2ª ed. São Paulo, Martins Fontes, 1982.

MURPHY, G.F., HANKEN, M.A., WATERS, K.A. **Electronic Health Records: Changing the Vision**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1999.

O'BRIEN, James A. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet**. Tradução de Cid Knipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2002.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas de informação gerenciais: estratégias, táticas, operacionais**. 8. ed., São Paulo: Atlas, 1992.

Ó MARCAIGH, F. **Tudo o que Você Queria Saber sobre a Internet**. Folha de São Paulo, São Paulo, 13 abr. 1995. Especial: A Era da Informação.

OMG. Object Management Group. **Software Process Engineering Metamodel, Version 1**. Disponível em <http://www.omg.org/technology/documents/formal/spem.htm>, 2007. Acesso em: 10 de mar. de 2012.

POMPILHO, S. **Análise essencial: guia prático e análise de sistemas**. Rio de Janeiro: IBPI Press, 1995.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books, 1995.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software- (6ª edição)**, São Paulo, Ed. McGrawHill, 2006.

PUPPI, I.C. **Estruturação Sanitária das Cidades** Curitiba, Universidade Federal do Paraná/São Paulo, CETESB, 1981.

RAMAMOORTHY, C.V., Prakash, A., Tsai, W.T. et al. **Software Engineering: problems and perspectives**. Computer. p.191-209. 1984.

REIS, N. G. **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano**. São Paulo: Via das Artes, 2006.

REZENDE, D.L. **Planejamento de Sistemas de Informação e Informática**, São Paulo, Atlas, 2008.

REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França de. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas**. São Paulo: Atlas, 2000.

RUMBAUGUGH, J., BLAHA, M., PREMERLANI et al. **Modelagem e projetos baseados em objetos**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

SAEGROV, S. *et al.* **Rehabilitation of water networks: survey of research needs and on-going efforts.** *Urban water*, v. 1, n. 1, p. 15-22. 1999.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SCHNEIDER & WINTERS Geri Schneider, Jason P. Winters: **Applying Use Cases: a Practical Guide**, Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Longman, 1998.

STAIR, Ralph M. **Princípios de Sistemas de Informação.** Rio de Janeiro: LTC, 1998.

TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento.** Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996.

TOLEDO, F. F. **Projetos de desenvolvimento institucional e de infra-estrutura urbana municipais: uma abordagem da organização do trabalho no gerenciamento dos recursos públicos. 2004.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

TONI, G. Informação Elimina Distâncias. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 1995. Especial: A Era da Informação.

TUCCI, Carlos E. M., PORTO, Rubem L. L., BARROS, Mario T., Drenagem Urbana. Editora da Universidade. 1.ª Edição, Porto Alegre, 1995.

VIANA, Luiz Paulo. **III Seminário de Manutenção - Trabalhos Técnicos - seção regional VII - Paraná e Santa Catarina.** Curitiba: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1991.

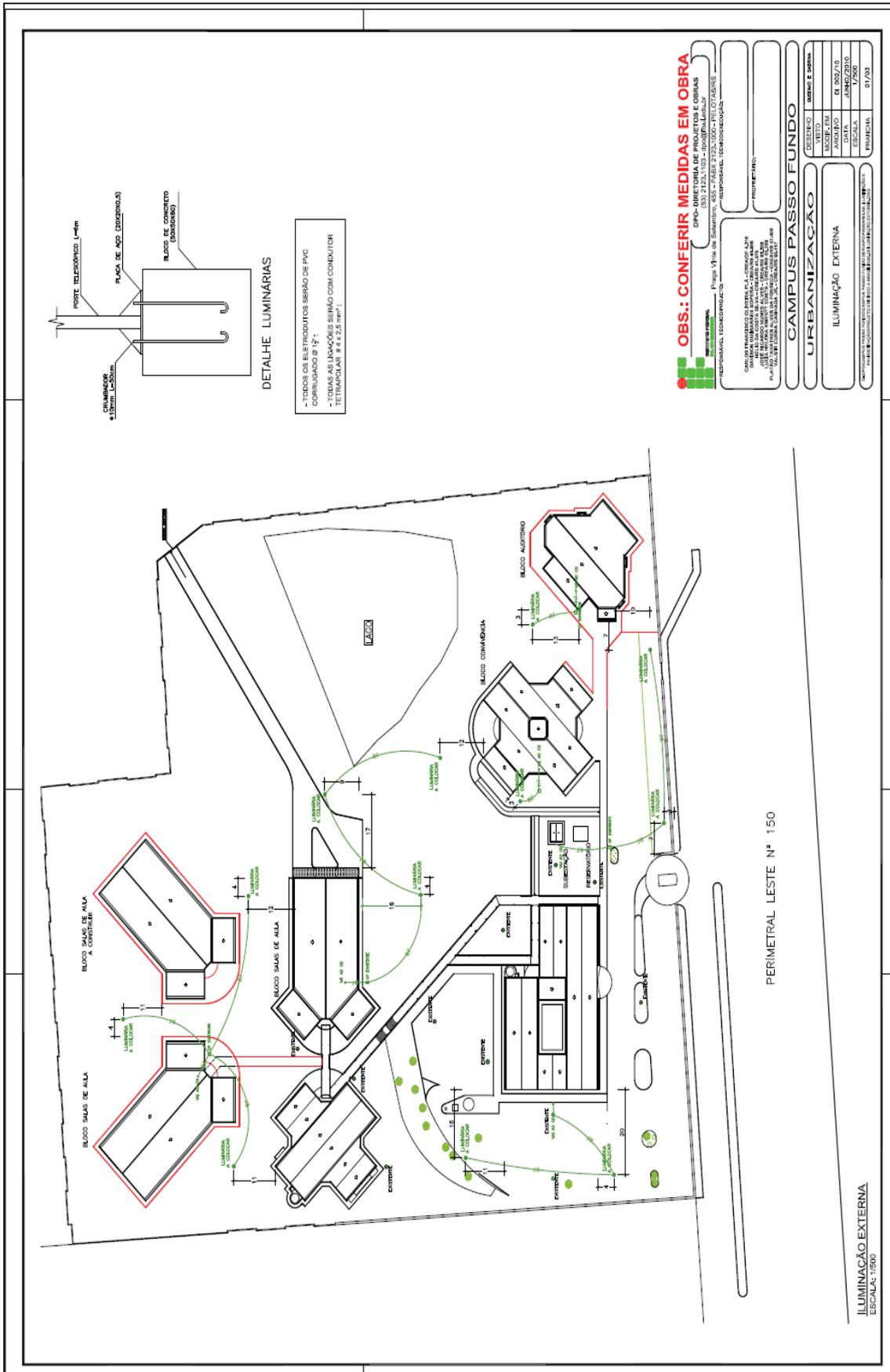
VENTURINI, M. A. A. G.; BARBOSA, P. S. F.; LUVIZOTTO Jr. E. **Estudo de alternativas de reabilitação para sistemas de abastecimento de água.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14., 2001, Aracajú. *Anais*. Aracajú: ABRH, 2001.

VON Mayrhauser, A. **Software Engineering: Methods and Management.** San Diego: Academic Press, 1990.

YOSHINAGA, M. **Infra-estrutura urbana e Plano Diretor.** 2003. Revista eletrônica *Vitruvius*. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/bases/texto182>>. 15 jul. 2003. Acesso em: nov. 2011.

ANEXOS

ANEXO A - Rede Energia Elétrica



OBS.: CONFERIR MEDIDAS EM OBRA
 (51) 2123-1103 - RPP/PP/LuLuz
 RESPONSÁVEL TÉCNICO/AUTORIZADO: _____
 PROPRIETÁRIO: _____

CARLOS FRANCISCO OLIVEIRA P.A. - CREA/RN 424
 DANIEL DA SILVA OLIVEIRA DE MENEZES A.M.
 DANIEL DE MOURA OLIVEIRA DE MENEZES A.M.
 P.A.P. - PROJETO ARQUITETÔNICO, DESENO E OBRA
 VOLTAR COM A CONSULTA DE COTAÇÃO 2017

DESENHO	OBRA E OBRA
VERBO	
MODELO EM	01/2017/05
APROVADO	06/2017/05
DATA	06/2017/05
ESCALA	1/500
PROJETA	01/17/03

CAMPUS PASSO FUNDO

URBANIZAÇÃO

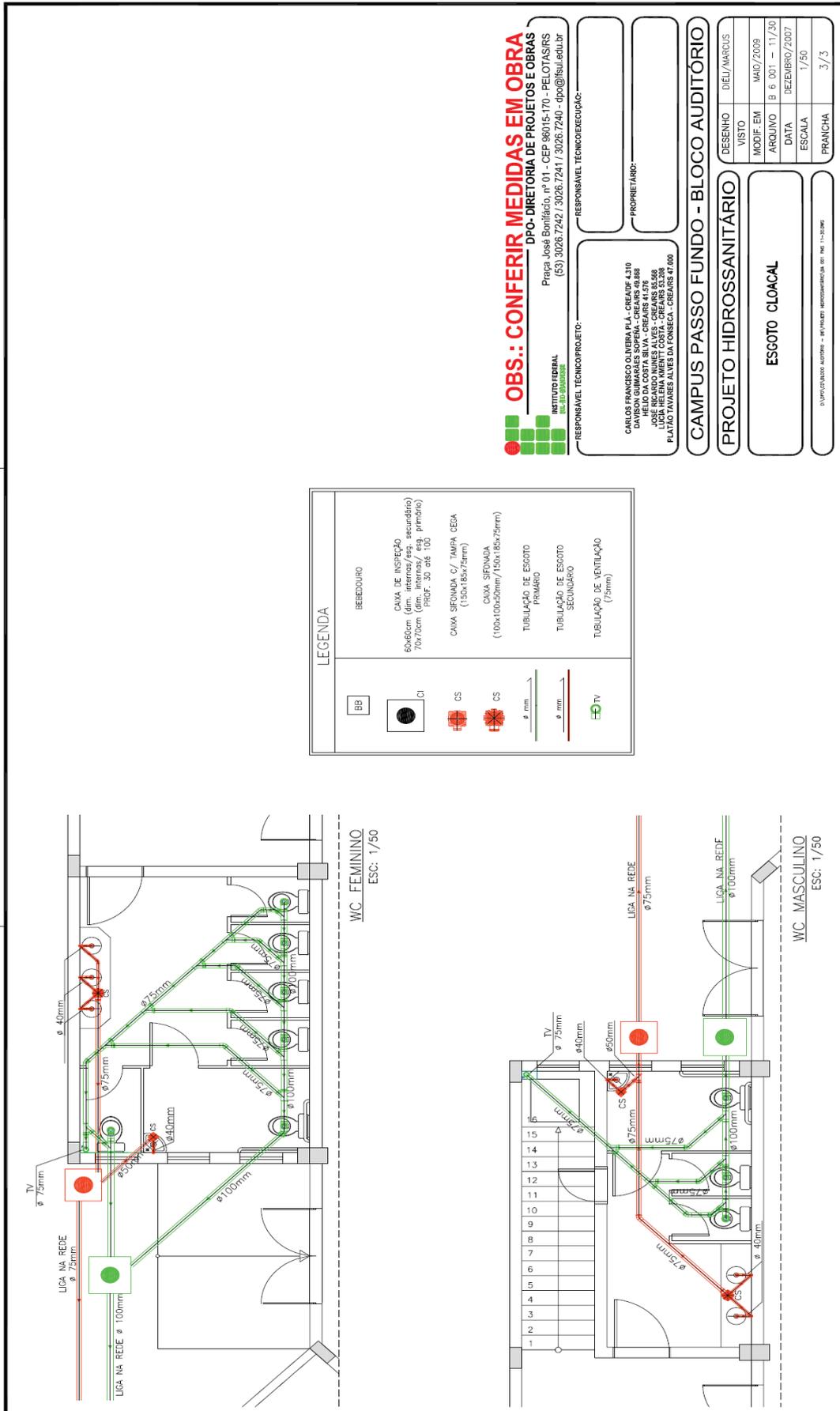
ILUMINAÇÃO EXTERNA

PROJETO DE ARQUITETURA E DESENO DE INTERIORES E EXTERIORES
 P.A.P. - PROJETO ARQUITETÔNICO, DESENO E OBRA

PERIMETRAL LESTE Nº 150

ILUMINAÇÃO EXTERNA
 ESCALA: 1:500

ANEXO C - Rede de Esgotos



OBS.: CONFERIR MEDIDAS EM OBRA
DPO - DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS
 Praça José Bonifácio, nº 01 - CEP 96015-170 - PELOTAS/RS
 (51) 3026.7242 / 3026.7240 - 3026.7240 - dpo@fisiu.edu.br

INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCACIONAL
DE PELOTAS

RESPONSÁVEL TÉCNICO/PROJETO: _____
 PROPRIETÁRIO: _____
 RESPONSÁVEL TÉCNICO/EXECUÇÃO: _____

CARLOS FRANCISCO OLIVEIRA P.L.A. - CREA/RF 4.310
 DAVISON GUIMARÃES SOEPIA - CREA/RF 49.888
 JOSE RICARDO NUNES ALVES - CREA/RF 83.588
 LUCIA HELENA KMENT COSTA - CREA/RF 83.208
 PAVÃO INAVES ALVES DA FONSECA - CREA/RF 41.008

CAMPUS PASSO FUNDO - BLOCO AUDITÓRIO

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

ESGOTO CLOACAL

DESENHO	DIEL/MARCUS
VISTO	
MODIF. EM	MAIO/2009
ARQUIVO	9 6 301 - 11/30
DATA	DEZEMBRO/2007
ESCALA	1/50
FRANCHA	3 / 3

Elaborado pelo autor - Revisado e dimensionado por: Prof. Dr. Carlos

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário

Questionário para caracterização das redes de infraestrutura**Instruções gerais:**

Este roteiro tem por objetivo coletar informações sobre as redes de infraestrutura urbana existentes no complexo do IFSul- campus Passo Fundo. As informações serão utilizadas para fins de elaboração de trabalho científico de dissertação de mestrado.

Nome do Entrevistado: _____

Função: _____ Formação: _____

Setor: _____ Data: _____

Rede : _____

1.1. Etapa 1: Identificação do Sistema de Informação Operacional

- 1) Nome e data de cadastro do sistema:
- 2) Mapa dos locais geográficos onde a rede está instalada (cidades, bairros, ruas):
- 3) Indicação se a rede é integrada ou isolada:

1.2. Etapa 2: Descrição do Sistema de Informação Operacional

- 1) Identificação dos componentes da rede:
- 2) Estatísticas de demanda de cada parte da rede durante os períodos de serviço (dias, semanas, meses, anos):

1.3. Etapa 3: Configuração do Sistema de Informação Operacional

- 1) Projetos:
- 2) Memoriais:
- 3) Especificação de materiais e serviços:

1.4. Etapa 4: Relatórios gerados pelo Sistema de Informação Operacional

- 1) Ano de construção da rede:
- 2) Tamanho da rede:
- 3) População atendida:
- 4) Áreas de abrangência da rede:
- 5) Volumes de serviços demandados (quantidade por período de utilização; período de maior consumo):
- 6) Características gerais como demanda, localização de pontos críticos.
- 7) Características físicas da rede:
- 8) Tempo de vida útil estimada dos componentes:
- 9) Novas ampliações realizadas:
- 10) Período de realização da manutenção e limpeza dos componentes:
 - a. Técnica utilizada:
 - b. Resultados obtidos:
 - c. Registro de não conformidade:
- 11) Registro de outras atividades voltadas para o melhoramento do sistema:

APÊNDICE B – Formulário – Lançamento das Redes

Lançamento das Redes::

IF Sul
Campus Passo Fundo

IF SUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Lançamento das Redes:

Organização:
IF SUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO GRANDENSE

Redes de Infraestrutura:

Nome Rede:	Data Cad. Sistema:	Ano Rede:	População Atendida:	Abrangência Rede:	Características Rede:	Tamanho Rede:	Indicação:	Mapa/Arquivos:
Abastecimento de Água Potável	26/05/2006	2006	620	Todos os municípios	Composta por tubulações em DMC	1216 metros	Integrada	
Esgoto Sanitário	26/05/2006	2006	620	Todos os municípios	Composta por tubulações em DMC	2432 metros	Isolada	
Drenagem Pluvial	26/05/2006	2006	620	Todos os municípios	Composta por tubulações calhas	2432 metros	Isolada	

RAFAELBERTEI-HP Versão 1.01 IF Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo 05/11/2012 17:28:48

APÊNDICE C – Formulário – Lançamento de Redes Demandas

Lançamento de Redes/Demanda::

IF Sul
Campus Passo Fundo

IF SUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Lançamento de Redes/Demanda:

Organização:
IF SUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Redes:

Nome Rede: Abastecimento de Água Potável Ano Cadastro Rede: 2006

Demanda :	Descrição Demanda:	Qtd. Demanda	Período Utilização:	Período Maior Util:	Vazão:	Pressão
Manhã	Pouca		Manhã	Noite		
Tarde	Média		Tarde	Noite		
Noite	Alta		Noite	Noite		

Registro: 1 de 3 Sem Filtro Pesquisar

APÊNDICE D – Formulário – Lançamento de Redes – Não Conformidades

Lançamentos Redes - Não-Conformidades::

IFSul
Campus Passo Fundo

IFSUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Lançamentos Redes - Não Conformidades:

Organização:
IFSUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Redes:

Nome Rede: Esgoto Sanitário **Ano Cadastro Rede:** 2006

Não-Conformidades Redes:

Descrição Não Conformidade:	Data Reg. Não Conf:	Descrição Norma :	Acordo com a Norma:
Sistema de Tratamento de Esgoto	01-mar-12	O Efluente deve passar pelo filtro.	Não
Limpeza de caixas de gordura	19-set-12	Efluente da Caixa de gordura não deve transbordar.	Não

Registro: 1 de 2 de 3 Sem Filtro Pesquisar

RAFAELBERTEI-HP Versão 1.01 IF-Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo 05/11/2012 17:36:37

APÊNDICE E – Formulário – Lançamento de Redes Demandas

Lançamentos Redes - Componentes::

IFSul
Campus Passo Fundo

IFSUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Lançamentos Redes - Componentes:

Organização:
IFSUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Redes:

Nome Rede: Drenagem Pluvial **Ano Cadastro Rede:** 2006

Componentes:

Nome Componente :	Vida Útil Componente:	Especificação Componente:	Deteriorização:	Dat. Ava. Comp:	Quant. Comp:	Valor:	Total:
Calha	30 anos	Passagem de água da Chuva	Sim	11-set-12	100	R\$ 40,00	R\$ 4.000,00

Valor Total Equipamentos: R\$ 4.000,00

Registro: 1 de 3 de 3 Sem Filtro Pesquisar

RAFAELBERTEI-HP Versão 1.01 IF-Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo 05/11/2012 17:41:39

APÊNDICE F – Formulário – Lançamento Problemas – Componentes das Redes

Lançamento Problemas - Componentes das Redes::

Fechar Minimizar Imprimir Novo Localizar Cancelar Deletar Salvar IFSul Campus Passo Fundo

IFSUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Lançamento Problemas - Componentes das Redes:

Organização:
IFSUL- INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Rede: **Ano Cadastro Rede:**
Drenagem Pluvial 2006

Nome Componente: Calha Especificação Componente: Passagem de água da Chuva Dat.Avaliação Comp: 11/09/2012 Deteorização: Sim

Problemas:

Problema Identificado:	Causa:	Efeito:	Qualidade	Quantidade Serviço:
Obstrução de água da chuva	Falta de limpeza	Vazamentos		

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Registro: 3 de 3 Sem Filtro Pesquisar

RAFAELBERTEI-HP Versão 1.01 IF-Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo 05/11/2012 17:53:23

APÊNDICE G – Formulário – Lançamento Limpeza – Componentes das Redes

Lançamento Limpeza Componentes das Redes::

Fechar Minimizar Imprimir Novo Localizar Cancelar Deletar Salvar IFSul Campus Passo Fundo

IFSUL - INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Lançamento Limpeza Componentes das Redes:

Organização:
IFSUL- INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Rede: **Ano Cadastro Rede:**
Esgoto Sanitário 2006

Nome Componente: Caixa de Gordura Especificação Componente: Caixa de passagem de Efluen Dat.Avaliação Comp: 20/09/2012 Deteorização: Não

Limpeza Componentes:

Descrição Limpeza:	Tipo:	Técnica Utilizada:	Resultados:	Data Limpeza:	Próxima Limpeza:
Eficiente	Completa	Retirada do efluente	Eficaz	25-set-12	25-out-12

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Registro: 2 de 3 Sem Filtro Pesquisar

RAFAELBERTEI-HP Versão 1.01 IF-Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo 05/11/2012 17:58:30

APÊNDICE H- Formulário – Lançamento Manutenção – Componentes das Redes

Lançamento Manutenção Componentes das Redes::

IF Sul
Campus Passo Fundo

IFSUL- INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Lançamento Manutenção Componentes das Redes:

Organização:
IFSUL- INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE

Rede: **Abastecimento de Água Potável** Ano Cadastro Rede: **2006**

Nome Componente: Registro de pressão Especificação Componente: Registro usado em torneiras, Dat.Avaliação Comp: 10/09/2012 Deteorização: Sim

Manutenção Componentes:

Descrição Manutenção:	Data Manutenção:	Período Manutenção:	Procedimentos Manutenção:	Tipo Manutenção:	Responsável:
Troca de registro de pressão	25/09/2012	3 anos	Retirada do antigo registro.	Corretiva	

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

RAFAELBERTEI-HP Versão 1.01 IF-Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo 07/10/2012 19:59:56

APÊNDICE I- Formulário – Monitoramento Redes

Monitoramento Redes::

MONITORAMENTO REDES - INSTITUTO FEDERAL CAMPUS PASSO FUNDO

domingo, 7 de outubro de 2012 20:04:52 Fechar

Abastecimento de Água Potável

Abastecimento de Água Potável

::: Demandas :::

Nome Demanda	Descrição Demanda	Per. Utilização	Per Maior Utilização	Vazão	Pressão
Manhã	Pouca	Manhã	Noite		
Tarde	Média	Tarde	Noite		
Noite	Alta	Noite	Noite		

::: Não-Conformidades :::

Não-Conformidade	Descrição	Data Registro Não-Conformidade	De acordo com a Norma
Registro de pressão deve funcio	Vazamento de registro de pressão	13-set-12	Não

::: Componentes :::

Componente: Registro de pressão

Vida Util Componente:	Especificação Componente:	Deteriorização:	Dat. Ava. Comp.	Quant. Comp:	Idade Comp:
30 ANOS	registro usado em torneiras, chuveiros	2000	10-SET-12	40	28

Problemas

Problema Identificado	Causa	Efeito	Qualidade Quanto a Ser.
Vazamento	Conexão com problema	Vazamento	

Limpez Componentes

Descrição Limpeza	Tipo	Tecnica Utilizada	Resultados Obtidos	Registro Não Confimidade	Data Limpeza
Não foi realizada limpeza p		Não utilizou técnica	Não obteve resultado		

Manutenção

DescricaoManutencao	Data Manutenção	Período Manutenção	Tipo Manutenção	Proced. Manutenção

RAFAELBERTEI-HP Versão 1.01 IF-Sul-RioGrandense - Campus Passo Fundo 07/10/2012 20:02:56