

**HENRIQUE BARBUTO ROSSATO**

**ESPECIFICAÇÃO DE UM PROCESSO DE INTEGRAÇÃO ENTRE  
SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL E SISTEMAS DE  
GERENCIAMENTO DE FACILIDADES**

**São Paulo**

**2012**

**HENRIQUE BARBUTO ROSSATO**

**ESPECIFICAÇÃO DE UM PROCESSO DE INTEGRAÇÃO ENTRE  
SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL E SISTEMAS DE  
GERENCIAMENTO DE FACILIDADES**

**Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
MBA em TI**

Orientador: Dr. Nelson  
Tanomian

**São Paulo  
2012**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família,  
colegas, orientadores e professores  
pelo suporte, conhecimento e  
experiência adquirido.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Nelson Tanomaru pela orientação e pelo constante estímulo e a todos que colaboraram direta ou indiretamente na execução deste trabalho.

Agradecimento a minha família pelo suporte, educação e motivação na minha carreira pelos estudos e trabalho. Agradeço a minha namorada Paula por todo carinho e paciência durante toda a elaboração deste trabalho.

O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.

(Max Weber)

Quem quiser ser líder deve ser primeiro servidor. Se você quiser liderar, deve servir.

(Jesus Cristo)

## RESUMO

Cada vez mais nas organizações o gerenciamento de facilidades é considerado como peça chave para que objetivos de redução de custos, melhor aproveitamento dos recursos, eficiência energética, segurança e conforto sejam alcançados. O grande problema encontrado é a existência de uma lacuna de informações entre os sistemas de informação do gerenciamento de facilidades e os sistemas de automação predial, impactando na falta de dados para as tomadas de decisões e grande quantidade de informações dispersas para a operação. O objetivo deste trabalho é a especificação de um processo de desenvolvimento de um integrador entre os sistemas de automação predial e o de gerenciamento de facilidades, no intuito de guiar o levantamento de requisitos, a análise, o projeto e as recomendações para sua implementação.

A metodologia de desenvolvimento do objeto do trabalho baseia-se em um modelo de processo de engenharia de software e na arquitetura de sistemas abertos de automação.

Pode-se observar ao final do trabalho, após a aplicação de um processo de negócio no modelo proposto, que a estrutura e arquitetura do integrador permitirão a criação de uma gama enorme de regras para o uso efetivo dos dados do sistema de automação nos sistemas de gerenciamento de facilidades. Espera-se que à medida que novos processos de negócio sejam implementados no integrador, este tenda a uma arquitetura orientada a serviços.

**Palavras-Chave:** automação predial, gerenciamento de facilidades, engenharia de software, sistemas abertos de automação, integração de sistemas de informação.

## ABSTRACT

Increasingly in the organizations, the facilities management is considered as key target for cost reduction, better use of resources, energy efficiency, safety and comfort. The major problem encountered is the existence of an information gap between information systems of facilities management and building automation systems, impacting on the lack of data for decision-making and lots of scattered information for the operation. The objective of this work is the specification of a process of developing an integrator between the building automation systems and facilities management in order to guide the requirements gathering, analysis, project, and recommendations for this implementation.

The development methodology of the object of this work is based on a process model of software engineering and architecture for open automation systems.

It can be seen at the end of the work, after applying a business process in the proposed model, that using the structure and architecture of the integrator, facilities managers will be able to create a huge range of effective rules for use the automation data systems for facilities management goals. It is hoped that as new business processes are implemented in the integrator, this tends to a service-oriented architecture.

**Keywords:** building automation, facilities management, software engineering, open automation systems, integration of information systems.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Arquitetura de informação da organização.....	21
Figura 2: Estrutura do Gerenciamento de Facilidades (Nävy, 2002).....	22
Figura 3: Arquitetura aberta de sistemas de automação (BECERRA, 1998) .....	27
Figura 4: Exemplo de uma Arquitetura de Integração entre SGF e SAP .....	28
Figura 5: Modelo de desenvolvimento em cascata (SOMMERVILLE, 2007) .....	31
Figura 6: Exemplo de Elementos do BPMN .....	33
Figura 7: Módulo Integrador .....	34
Figura 8: Modelo em cascata para desenvolvimento do processo.....	35
Figura 9: Processo de Negócio para Abertura de Ordem de Serviço.....	46
Figura 10: Processo de coleta de variáveis de automação .....	50
Figura 11: Exemplo de um Diagrama de Seqüência da Aplicação.....	55
Figura 12: Arquitetura de Alta Disponibilidade .....	56
Figura 13: Arquitetura de Comunicação.....	60
Figura 14: Arquitetura Interna do Integrador .....	62
Figura 15: Diagrama de Pacotes .....	63
Figura 16: Diagrama de Implementação .....	64



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplo de Pontos Automação .....	40
Tabela 2: Exemplo de Pontos do Sistema de Gerenciamento de Facilidades .....	40
Tabela 3: Informações do Processo .....	45
Tabela 4: Sistemas envolvidos no processo .....	48
Tabela 5: Pontos x Protocolos dos Sistemas de Automação .....	58
Tabela 6: Pontos x Protocolos dos Sistemas de Manutenção .....	58
Tabela 7: Custos dos módulos de cada fornecedor .....	65
Tabela 8: Custos dos módulos de cada fornecedor ao longo do tempo.....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAFAC	Associação Brasileira de Facilidades
BACnet	Building Automation and Control Networks
BMS	Building Management Systems
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
GF	Gerência de Facilidades
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning
IFMA	International Facility Management Association
OPC	OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control
SAI	Sistema de Alarme de Intrusão
SAPs	Sistemas de Automação Predial
SCA	Sistema de Controle de Acesso
SDAI	Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio
SGFs	Sistemas de Gerenciamento de Facilidades

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	16
1.1	Consideração Inicial.....	16
1.2	Objetivo.....	17
1.3	Justificativa .....	17
1.4	Abrangência.....	18
1.5	Metodologia .....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL .....	20
2.1	Gerenciamento de Facilidades .....	20
2.1.1	Conceito e importância do gerenciamento de facilidades.....	20
2.1.2	Funções do gerenciamento de facilidades .....	22
2.1.3	Sistemas de Informação do Gerenciamento de Facilidades.....	22
2.2	Automação Predial.....	23
2.2.1	Conceitos e importância .....	23
2.2.2	Cenário atual e visão .....	24
2.2.3	Arquitetura, sistemas e protocolos de comunicação.....	26
2.2.3.1	Arquitetura.....	26
2.2.3.2	Sistemas .....	27
2.2.3.3	Protocolos .....	29
2.3	Processo de integração de sistemas .....	30
2.3.1	Modelagem de Processos de Negócio .....	31
3	DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO DE INTEGRAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL E SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE FACILIDADES .....	34
3.1	Processo de desenvolvimento do integrador .....	34
3.1.1	Definição de requisitos .....	36
3.1.1.1	Levantamento de requisitos .....	36
3.1.1.1.1	Definição dos processos de negócio que necessitam da integração dos sistemas .....	36

3.1.1.1.2	Levantamento dos sistemas de informação participantes do processo e sua localização .....	36
3.1.1.1.3	Levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais .....	36
3.1.1.1.3.1	Coleta e tradução de pontos .....	36
3.1.1.1.3.2	Fornecimento de dados em tempo real .....	37
3.1.1.1.3.3	Armazenamento de pontos .....	37
3.1.1.1.3.4	Realização de lógicas de negócio .....	37
3.1.1.1.3.5	Redundâncias lógicas e físicas .....	37
3.1.1.1.3.6	Previsão de expansão do sistema .....	38
3.1.1.1.3.7	Interface para programação e parametrização do integrador	38
3.1.1.1.3.8	Documento de Requisitos .....	38
3.1.1.2	Análise dos requisitos .....	39
3.1.1.2.1	Diagramas de software .....	39
3.1.1.2.2	Redundâncias lógicas e físicas .....	39
3.1.1.2.3	Documentação da etapa de análise .....	39
3.1.2	Projeto de sistema e de software .....	39
3.1.2.1	Levantamento das tecnologias e protocolos de comunicação .....	40
3.1.2.2	Análise de cada protocolo e tecnologia de comunicação .....	40
3.1.2.3	Arquiteturas .....	41
3.1.2.3.1	Arquitetura de comunicação com demais sistemas .....	41
3.1.2.3.2	Arquitetura Interna do Integrador .....	42
3.1.2.4	Diagramas de pacotes e implantação .....	42
3.1.2.5	Documentação .....	42
3.1.3	Implementação e teste de unidade .....	42
3.1.3.1	Pesquisa e benchmarking de soluções do mercado .....	42
3.1.3.2	Desenvolvimento interno e terceirizado .....	43

3.1.3.3	Definição da estratégia de aquisição, desenvolvimento ou integração de soluções.....	43
3.1.3.4	Teste de unidade .....	43
3.1.3.5	Documentação.....	43
3.1.4	Operação e manutenção .....	44
3.1.4.1	Documentação.....	44
3.2	Aplicação do processo de desenvolvimento do integrador .....	44
3.2.1	Definição de requisitos .....	45
3.2.1.1	Levantamento de requisitos .....	45
3.2.1.1.1	Definição dos processos de negócio que necessitam da integração dos sistemas .....	45
3.2.1.1.2	Levantamento dos sistemas de informação participantes do processo e sua localização .....	47
3.2.1.1.3	Levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais.....	48
3.2.1.1.3.1	Coleta e tradução de pontos .....	48
3.2.1.1.3.2	Fornecimento de dados do sistema de automação em tempo real	51
3.2.1.1.3.3	Armazenamento de pontos .....	51
3.2.1.1.3.4	Realização de lógicas de negócio .....	51
3.2.1.1.3.5	Redundâncias lógicas e físicas .....	51
3.2.1.1.3.6	Previsão de expansão do sistema.....	52
3.2.1.1.3.7	Interface para programação e parametrização do integrador	52
3.2.1.1.3.8	Documento de Requisitos .....	52
3.2.1.2	Análise dos requisitos .....	53
3.2.1.2.1	Diagramas de software .....	53
3.2.1.2.2	Redundâncias lógicas e físicas.....	55
3.2.1.2.3	Documentação da etapa de análise.....	56

3.2.2	Projeto de sistema e de software.....	56
3.2.2.1.	Levantamento das tecnologias e protocolos de comunicação .....	57
3.2.2.1.1	Análise da característica de cada protocolo e tecnologia de comunicação .....	58
3.2.2.2	Arquitetura de comunicação.....	59
3.2.2.2.1	Arquitetura de comunicação com demais sistemas .....	59
3.2.2.2.2	Arquitetura Interna do Integrador .....	61
3.2.2.3	Diagramas de pacotes e implantação .....	62
3.2.2.4	Documentação .....	64
3.2.3	Implementação e teste de unidade.....	64
3.2.3.1	Pesquisa e benchmarking de soluções do mercado .....	64
3.2.3.2	Desenvolvimento interno ou terceirizado .....	66
3.2.3.3	Definição da Estratégia de aquisição, desenvolvimento ou integração de soluções.....	66
3.2.3.4	Teste de unidade .....	66
3.2.3.5	Documentação .....	67
3.2.4	Operação e manutenção .....	67
3.2.4.1	Documentação .....	67
3.3	RESULTADOS.....	68
4	CONCLUSÕES .....	69
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta as considerações iniciais, o objetivo, a justificativa, a abrangência e a metodologia do trabalho.

As considerações iniciais apresentam o contexto da pesquisa e o problema a ser tratado. O objetivo descreve as metas pretendidas, a justificativa fundamenta o desenvolvimento, a abrangência define os limites tanto acadêmicos quanto práticos desta pesquisa e a metodologia apresenta como está estruturado o trabalho.

## 1.1 Consideração Inicial

As diversas iniciativas de padronização e adoções de protocolos abertos de comunicação vêm ajudando na integração dos sistemas corporativos aos sistemas de automação. Uma das iniciativas resultou na OBIX (Open Building Information eXchange), uma organização criada com a preocupação na padronização de um protocolo aberto de comunicação desde a camada de campo até a camada dos sistemas corporativos.

Como reação ao resultado de uma pesquisa de mercado relatada no "North American Building Automation Protocol Analysis" (FROST, 2002), os fabricantes e fornecedores de sistemas de automação e segurança eletrônica vem se preocupando e adotando protocolos padrões e abertos a integrações em seus projetos, visto a necessidade global de dados e informações dos diversos sistemas de automação.

Esta nova perspectiva de arquitetura aberta de automação propicia a integração dos sistemas de automação predial aos sistemas corporativos de gerenciamento de facilidades com intuito de automatizar e melhorar os processos de negócio do gerenciamento de facilidades, que atualmente dependem muito do conhecimento, da percepção humana e de trabalhos manuais. Através de elaboração de processos decisórios embasados em números em tempo real, históricos e estatísticos, o gerente de facilidades terá uma ferramenta que vise à minimização de custos, à eficiência energética, o melhor aproveitamento de recursos, o conforto dos usuários e à previsão de riscos de indisponibilidade de equipamentos e sistemas.

## **1.2 Objetivo**

Este trabalho tem como objetivo especificar um processo de desenvolvimento de um integrador de sistemas entre sistemas de automação predial e sistemas do gerenciamento de facilidades, baseando-se em um modelo de engenharia de software, apontando e recomendando os passos de cada etapa do desenvolvimento desde a fase de requisitos até a sua implementação.

## **1.3 Justificativa**

Pode-se observar no mercado brasileiro de imóveis comerciais uma lacuna enorme de informações entre os sistemas de gerenciamento de facilidades e os sistemas de automação predial, sendo estes os que mais podem gerar informações.

Este trabalho foi concebido pela necessidade de provimento desta integração que pode gerar grandes benefícios para o gerenciamento de facilidades, para os usuários e para o meio ambiente, através de uma gestão com eficiência no uso de recursos (equipamentos e pessoas), tomadas de decisões embasadas em números, provimento de maior conforto aos usuários, minimização de custos operacionais e de insumos, maior agilidade na comunicação com a manutenção e maior agilidade na detecção e prevenção de falhas.

Atualmente há poucos trabalhos relacionados com o tema de integração de sistemas de automação e gerenciamento de facilidades, tornando a abordagem deste tema agregador e em fase embrionária, resultando na utilização de referências relativamente antigas e de muitos sites de internet para colaboração no desenvolvimento deste trabalho. Espera-se que futuramente o tema seja mais bem explorado, estudado e aplicado pela área de TI para a implementação prática da integração dos sistemas de automação predial e gerenciamento de facilidades. Esta carência pelo desenvolvimento do tema deve-se principalmente pela falta de definição dos processos operacionais pelos gerentes de facilidades e consequência disso uma falta de visão e conhecimento dos processos pela área de TI para o desenvolvimento da solução técnica para esta integração.

Este trabalho procura estender os artigos científicos de grande valia publicados no jornal internacional *Automation in Construction*, que apresentam tecnicamente as



soluções de análise e implementação da integração, porém não oferecem um processo de desenvolvimento do integrador a partir dos processos de negócio do gerenciamento de facilidades. Dentre os artigos pode-se citar o artigo “A middleware for web service-enabled integration and interoperation of intelligent building systems” de WANG; XU; CAO; ZHANG (2007), que explica um middleware que combina tecnologias e protocolos de comunicação OPC e webservices como solução técnica para o provimento desta integração.

## **1.4 Abrangência**

Este trabalho abrange o desenvolvimento de um processo de integração entre sistemas de automação e gerenciamento de facilidades, com aplicação em um exemplo de processo de negócio para abertura de chamados de manutenção através de lógicas de detecção obtidas com os dados dos sistemas de automação predial. Abrange a integração desde a camada de campo até a camada corporativa do gerenciamento de facilidades, especificando o que deve ser levantando em cada etapa do modelo de engenharia de software escolhido, incluindo o levantamento, definição e análise de requisitos, projeto e recomendações para a implementação. Este trabalho não abrangerá a implementação prática do integrador.

## **1.5 Metodologia**

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo o capítulo 2 referente a teoria, capítulo 3 sobre o desenvolvimento do trabalho, o capítulo 4 sobre as conclusões e o capítulo 5 sobre as referências bibliográficas.

No capítulo 2 será conceituado o termo gerenciamento de facilidades, descrevendo seus objetivos e sistemas. A seguir será explicada a arquitetura aberta de sistemas de automação, com uma descrição dos sistemas prediais e uma visão do cenário atual e futuro das necessidades de integrações. No final deste capítulo são descritos ferramentas e métodos que serão utilizados no capítulo 3.

No capítulo 3 tem-se o desenvolvimento do trabalho, sendo a primeira parte a especificação de um processo de desenvolvimento e na segunda parte a aplicação deste processo para um processo de negócio escolhido para demonstração da

integração entre um sistema do gerenciamento de facilidades, no caso o sistema de manutenção, e os sistemas de automação predial.

No capítulo 4 serão expostas as conclusões, idéias e visões futuras do que pode ser realizado a partir deste trabalho.

No capítulo 5 têm-se as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho, que conta com livros, artigos científicos e sites relacionados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL

O capítulo a seguir apresenta os conceitos teóricos de gerenciamento de facilidades e de automação predial e dos métodos e ferramentas que irão suportar o desenvolvimento do trabalho.

### 2.1 Gerenciamento de Facilidades

Esta seção apresenta o conceito do gerenciamento de facilidades, mostrando a sua importância, suas funções e alguns dos sistemas utilizados.

#### 2.1.1 *Conceito e importância do gerenciamento de facilidades*

Pela definição do IFMA (International Facilities Management Association) a gestão de facilidades é uma profissão que abrange várias disciplinas para garantir a funcionalidade do ambiente construído, integrando pessoas, lugar, processos e tecnologia .

Conforme descrito por QUINELLO e NICOLETTI (2006) dificilmente pode-se estabelecer com precisão quando a percepção ou a necessidade pela obtenção de facilidades surgiu. Historicamente a ocupação do homem foi direcionada, ao longo dos tempos, para as áreas geográficas mais nobres como aquelas providas de água, de solo fértil, de alimentos e de outras comodidades. Ou seja, desde os primórdios o conceito de facilidades já existia de um modo informal, na qual não havia uma organização com funções definidas e focadas em facilidades.

De um modo formal, o Gerenciamento de Facilidades foi utilizado à primeira vez nos EUA no final dos anos 70 e início dos anos 80 na exploração de edificações. A primeira conferência sobre os efeitos da utilização de Facilidades para o aumento de produtividade foi realizada nos EUA em 1978 (MAY; ESCHENBAUM; BREITENSTEIN, 1998). No Brasil o conceito ainda é novo, sendo que a Associação Brasileira de Facilidades (ABRAFAC) foi criada em 2004, apenas.

O Gerenciamento de Facilidades é de grande importância, pois sem ele uma organização não se sustenta. Olhando-se para a arquitetura de informação da figura a seguir, fica evidente a sua importância, sendo ela, a base da pirâmide.

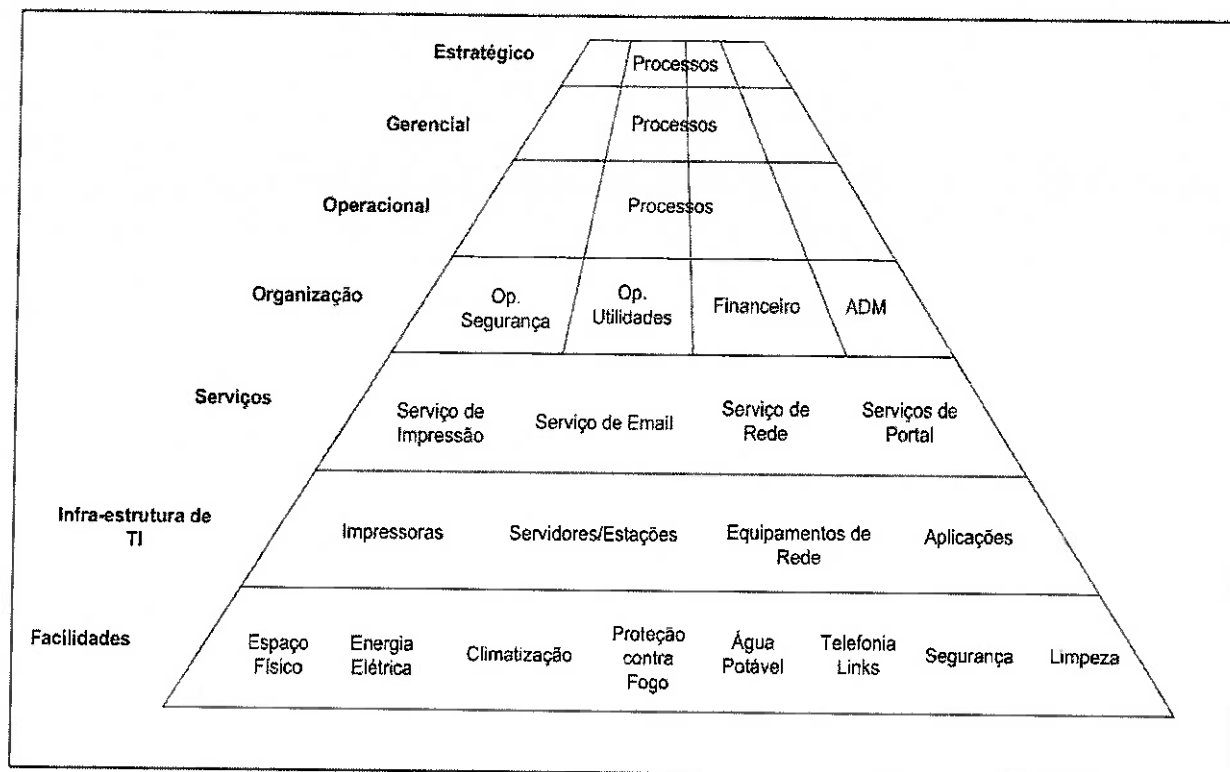


Figura 1: Arquitetura de informação da organização

A figura acima se baseia na arquitetura de informação descrita em Sistemas de Informação Gerenciais (LAUDON;LAUDON, 2007). Seguindo o caminho da camada mais baixa para a camada mais alta, tem-se na base da pirâmide, a camada de facilidades com os serviços básicos necessários para as pessoas e equipamentos trabalharem, acima desta a infra-estrutura de TI, na qual fazem parte o hardware e software que uma organização necessita para seus serviços, que aparecem na camada seguinte. Acima desta começam a divisão dos departamentos da organização, sendo a camada acima referente ao nível operacional, seguido pelo nível gerencial e na camada mais acima da pirâmide a camada estratégica.

Apesar da idéia desta arquitetura ser a visualização e identificação da distribuição dos sistemas de informação dentro da organização, esta foi utilizada para demonstrar a necessidade das organizações de um gerenciamento de facilidades para que o ambiente de trabalho seja o mais confortável, seguro e tranquilo possível e não interfira no resultado do trabalho das pessoas dentro da organização.

### 2.1.2 Funções do gerenciamento de facilidades

Há uma ampla variedade de disciplinas envolvidas para o gerenciamento de uma edificação. Conforme figura a seguir, Nävy (2002), as funções executadas pelo gerenciamento de facilidades abrangem áreas técnicas e administrativas, na qual se pode elencar: gerenciamento de manutenção, gerenciamento de ativos, gerenciamento de gastos com insumos (energia elétrica, água e gás), gerenciamento de locações de espaços, gerenciamento da segurança física do estabelecimento e gerenciamento de riscos.

Muitas destas funções são terceirizadas para empresas com maior conhecimento e focadas na execução e entrega dos resultados que os gerentes de facilidades necessitam.

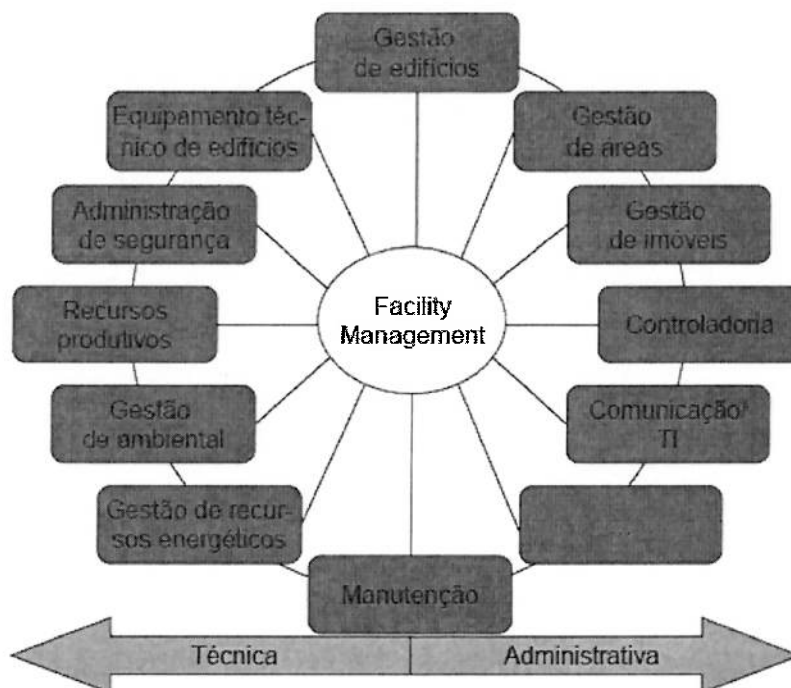


Figura 2: Estrutura do Gerenciamento de Facilidades (Nävy, 2002)

### 2.1.3 Sistemas de Informação do Gerenciamento de Facilidades

Existem diversos sistemas de gerenciamento de facilidades no mercado, sendo estes muitas vezes de diferentes fabricantes e que não oferecem interfaces para integração.

Dentre estes sistemas, temos:

- ✓ Sistema de controle de documentação, que busca ajudar o gerente de facilidades na organização e manutenção da documentação atualizada e versionada.
- ✓ Sistema de manutenção, para controle e gerenciamento de chamados corretivos, preventivos e preditivos de manutenção predial e sistemas.
- ✓ Sistema de gerenciamento de locações de espaços, para controle e agendamento de espaços físicos.
- ✓ Sistema de gerenciamento de energia, para rastreamento do consumo de energia.
- ✓ Sistema de gerenciamento, controle e atendimento de solicitações de operação de sistemas prediais.
- ✓ Sistema de atendimento e tratativas de alarmes dos sistemas prediais.
- ✓ Sistema contábil e financeiro, utilizado para controle financeiro de contas a pagar e contas a receber, para emissão dos boletos de acordo com o uso de insumos, locação e demais serviços adicionais dos condôminos.

## **2.2 Automação Predial**

Esta seção apresenta os conceitos, cenário e visão da automação predial e a descrição da arquitetura e dos sistemas que o compõe.

### **2.2.1 Conceitos e importância**

Utilizando-se de conceitos já utilizados na indústria, os sistemas de automação foram introduzidos de forma inovadora em prédios comerciais, nascendo um novo ramo do mercado específico de manutenção e operação de sistemas de automação predial.

Os edifícios comerciais que tinham algum controle automatizado nos sistemas de ar condicionado, acesso e segurança, foram conceituados de “edifícios

inteligentes". Com a evolução dos computadores e redes de comunicação, os componentes dos sistemas começaram a se integrar e buscar realmente uma inteligência através de lógicas complexas entre sistemas de vigilância e acesso, entre sistema de incêndio e ar condicionado, aplicação de controle de demanda automatizado, integração entre sistemas de acesso e elevadores, entre outros.

De forma a centralizar a informação em um único lugar, foi criada a sala BMS (Building Management System). A BMS é uma sigla amplamente utilizada para mencionar a Central de Operações de um Edifício, onde são realizadas as operações de utilidades e segurança.

A importância de se ter um bom projeto de sistema de automação predial é tão grande quanto à de se ter uma operação eficiente. Embora muitas empresas e integradores se preocupem na instalação e aplicações de tecnologia de ponta, a operação do prédio deve ser muito bem focada na criação e definição de processos de operação, na capacitação e treinamento dos operadores para tomadas de decisão assertivas. Tendo-se um bom sistema de automação e uma operação eficiente e de qualidade, o gerenciamento de facilidades ganha um grande aliado para suporte aos seus objetivos finais.

### **2.2.2 *Cenário atual e visão***

Atualmente existem ótimos sistemas de automação e de segurança eletrônica, porém carece de operação de qualidade. A área de gerenciamento de facilidades precisa de uma operação predial eficiente para alcançar eficiência energética, conforto térmico dos usuários, segurança e disponibilidade dos sistemas.

Uma operação de sistemas de automação predial eficiente depende do conhecimento técnico dos processos de campo, de conceitos teóricos de engenharia e da filtragem e rapidez de entendimento de uma grande quantidade de informações. Encontrar pessoas capacitadas e com bons conhecimentos técnicos é algo possível, porém não suportados nas empresas de gerenciamento de facilidades diante da dificuldade de se segurar pessoas deste nível no cargo de operador.

Diante de um cenário de falta de conhecimento e entendimento dos processos e procedimentos de operação de sistemas de automação predial, a falta de gerência, treinamento, acompanhamento, cobrança e foco nos resultados pelos

gerentes e supervisores técnicos dos edifícios e em alguns casos com o agravante de acúmulo de funções para o cargo do operador, sendo este, operador de sistema de segurança, de utilidades, de acesso e em alguns casos de separador de correspondências, as empresas de gerenciamento de facilidades vêm adotando a terceirização desta operação de sistemas de automação para empresas focadas neste ramo de atividade que através de conexões remotas conseguem efetuar a operação dos sistemas de automação a partir de um ambiente mais propício com operadores treinados e capacitados e com processos mais inteligentes de operação que não dependem tanto da ação humana e que estão focados na entrega de resultados.

Mesmo estas empresas focadas em operação predial ainda sofrem pela falta de integração com os sistemas de facilidades para geração de maior valor agregado a operação, mas que vem evoluindo a partir das novas tecnologias de TI. Exemplo desta falta de integração é a necessidade de detecções de anormalidades em equipamentos e processos para geração automática de ordens de serviço para manutenção, rateio de insumos (energia elétrica, água e gás) para cobrança individualizada aos condôminos, através das informações das medições eletrônicas. Outro exemplo desta integração é a possibilidade de atuação automática para pré configuração e ajustes de variáveis de controle de ar condicionado de acordo com as condições ou previsões de ocupação fornecidas pelo sistema de controle de acesso e pelo sistema de locações, pela previsão ou medição direta de temperatura, umidade na região ou empreendimento, com o objetivo de redução de custos energéticos e conforto ao usuário. Estes dados e previsões podem ajudar inclusive os gerentes de shopping, por exemplo, na previsão de custos semanais para que juntamente aos lojistas possam decidir em estender ou não horários de funcionamento.

Este trabalho vem de encontro a estas necessidades a fim de especificar um processo de desenvolvimento do integrador de informações entre os sistemas de automação predial e os sistemas de gerenciamento de facilidades propiciando a automatização dos mais complexos processos de operação predial e a integração destes com os sistemas de informação do gerenciamento de facilidades para as tomadas de decisão.



### **2.2.3 Arquitetura, sistemas e protocolos de comunicação**

Para maior entendimento da automação predial, serão aqui descritos a arquitetura de comunicação, os sistemas constituintes, e os principais protocolos utilizados nos sistemas de automação predial.

#### **2.2.3.1 Arquitetura**

De acordo com BECERRA (1998), os sistemas de automação podem apresentar a arquitetura da figura abaixo, sendo esta composta pelas seguintes camadas:

- ✓ Camada de instrumentação (sensores e atuadores)
- ✓ Camada de controle (controladoras e gerenciadoras)
- ✓ Camada de coordenação (softwares de aquisição, supervisão e controle).
- ✓ Camada corporativa (sistemas corporativos)

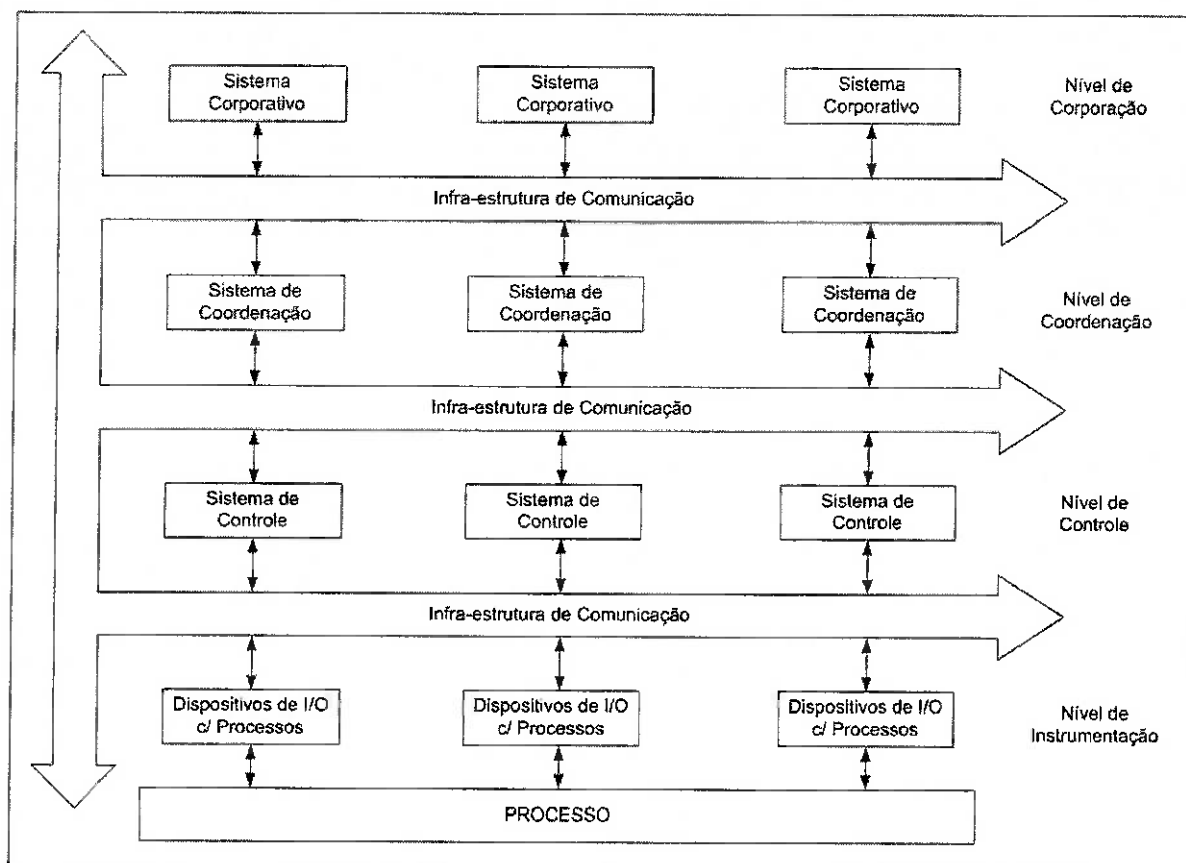


Figura 3: Arquitetura aberta de sistemas de automação (BECERRA, 1998)

### 2.2.3.2 Sistemas

Os sistemas prediais são compostos por um ou mais sistemas a seguir:

- ✓ Sistema de Alarme de Intrusão (SAI)
- ✓ Circuito Fechado de Televisão (CFTV)
- ✓ Sistema de Controle de Acesso (SCA)
- ✓ Sistema de Cadastro de Visitante (SCV)
- ✓ Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI)
- ✓ Sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado
- ✓ Sistema de controle de iluminação
- ✓ Sistema elétrico (geração e distribuição)
- ✓ Sistema hidráulico (consumo e descarte), na qual pode abranger um ou mais sistemas de água potável, reuso, esgoto, pluvial, drenagem e incêndio.

Cada um destes sistemas tem pelo menos três camadas (instrumentação, controle e coordenação). A comunicação da camada de coordenação com a camada corporativa é justamente o tema do trabalho, na qual será especificado o processo de desenvolvimento do módulo de integração entre elas, sendo a camada corporativa correspondente a camada dos sistemas do gerenciamento de facilidades.

A figura a seguir mostra uma idéia do projeto de integração entre a camada de coordenação e a camada corporativa. Os sistemas de gerenciamento de facilidades (SGFs) encontram-se na camada corporativa, enquanto os dispositivos e sistemas de automação predial (SAPs) com comunicação Ethernet TCP/IP encontram-se nas demais camadas.

A monografia irá se basear no processo de desenvolvimento do módulo integrador representado no exemplo de arquitetura da figura a seguir.

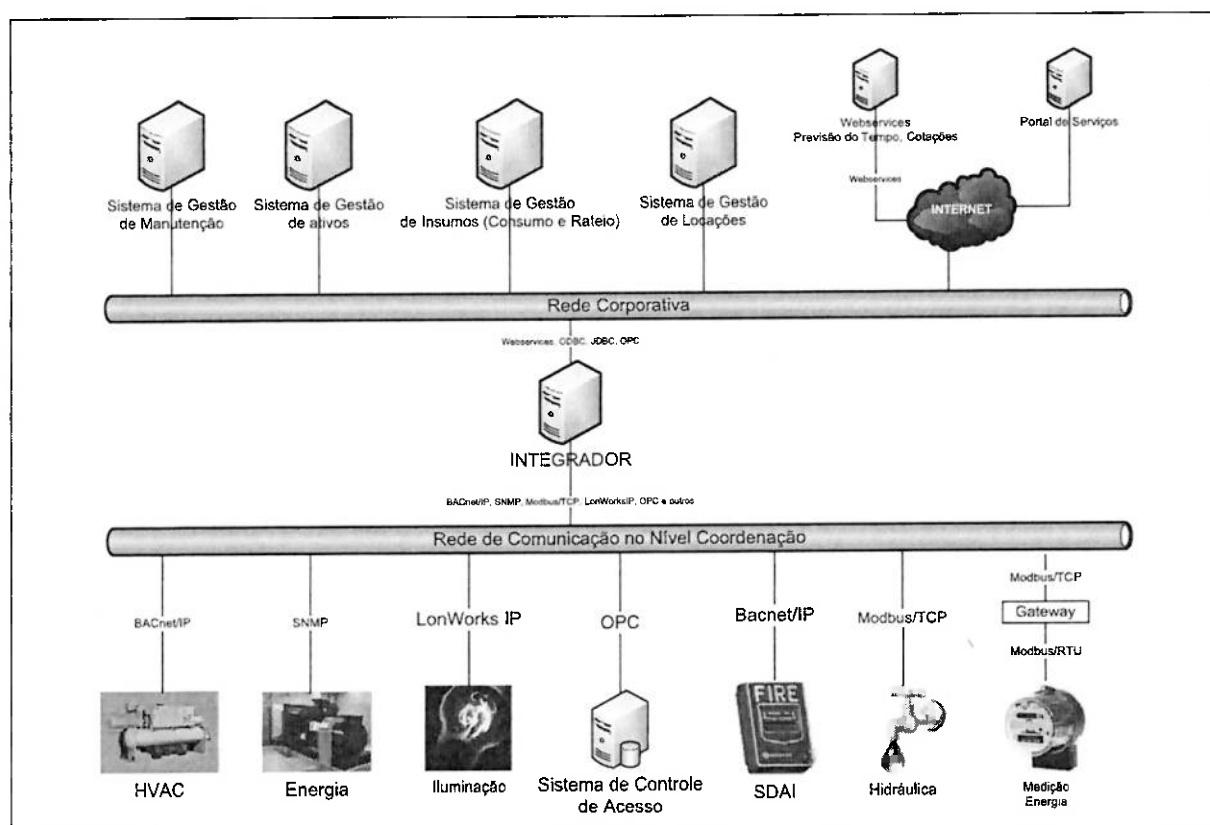


Figura 4: Exemplo de uma Arquitetura de Integração entre SGF e SAP

Esta figura representa a idéia deste trabalho, na qual a criação do integrador ajudaria na integração de informação dos sistemas de automação e dos sistemas de

gerenciamento de facilidades invocando até mesmo a comunicação com serviços da Internet para divulgação das informações e para coleta de outras como previsões do tempo, cotação de insumos, como água, gás e energia elétrica.

### **2.2.3.3 Protocolos**

Na automação predial há diversos protocolos, sendo alguns deles abertos e padronizados e outros fechados e proprietários do fornecedor da tecnologia. A aquisição de componentes de protocolo fechado vem extinguindo-se devido à necessidade de integração entre os diversos componentes dos sistemas.

Utilizando a referência da arquitetura de camadas apresentada anteriormente, a seguir uma amostra dos principais protocolos encontrados nos sistemas prediais nos diferentes barramentos de comunicação.

- ✓ **Infra-estrutura de comunicação entre camada de instrumentação e controle**

Geralmente encontrado sinais de tensão (0 a 10 VCC), corrente (4 a 20mA), resistivo, contato seco e sinais (RS-485 e RS-232) nos protocolos Modbus, Profibus, CAN, CCN, entre outros.

Ultimamente pode-se ter uma comunicação direta para a camada de coordenação através de sensores e equipamentos com tecnologia TCP/IP utilizando protocolos abertos como SNMP.

- ✓ **Infra-estrutura de comunicação entre camada de controle e de coordenação**

Geralmente encontrado sinais no padrão RS-485 utilizando os protocolos: BACnet, LonWorks, Metasys N2 e outros proprietários.

- ✓ **Infra-estrutura de comunicação entre camada de controle e de coordenação**

Geralmente neste barramento são encontradas redes Ethernet TCP/IP nos protocolos abertos: BACnet/IP, Modbus/TCP, LonWorks IP, SNMP

e OPC. Porém ainda existem protocolos TCP/IP proprietários e em instalações mais antigas ainda existem protocolos de comunicação no padrão RS-232 de comunicação com o software de aquisição, supervisão e controle.

No futuro, segundo WANG; XU; CAO; ZHANG (2007), a partir do desenvolvimento de microprocessadores mais poderosos nos equipamentos embarcados, será possível a utilização de Webservices para comunicação com a camada de supervisão e até mesmo com a camada de controle.

## **2.3 Processo de integração de sistemas**

Inicialmente é necessário definir o modelo ou paradigma de processo de software que será utilizado para criação do processo de integração de sistemas.

Independente do modelo utilizado, há atividades em comum que são as de especificação, projeto, implementação, validação e evolução de software. Os modelos mais comuns são: em cascata, desenvolvimento evolucionário, e engenharia de software baseada em componentes. (SOMMERVILLE, 2007).

A seguir a representação do modelo em cascata que será utilizado no capítulo 3:

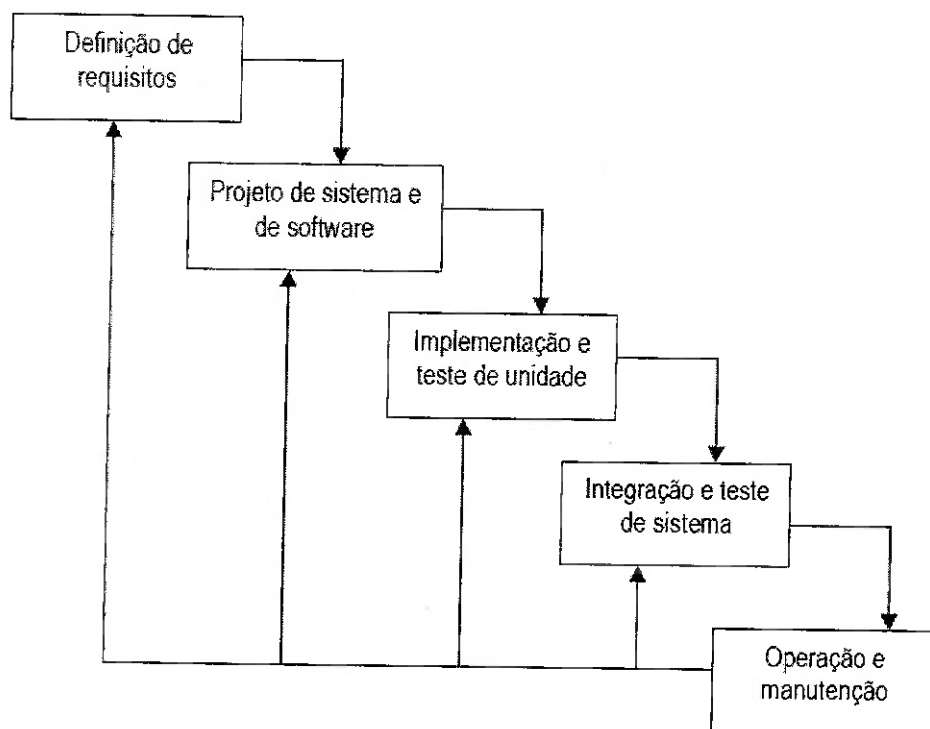


Figura 5: Modelo de desenvolvimento em cascata (SOMMERVILLE, 2007)

Este modelo tem como característica a divisão do processo de desenvolvimento em etapas encadeadas sendo necessária a finalização de uma etapa para o início da outra, permitindo inclusive o retorno a etapas anteriores para correções que tenham sido observadas em etapas posteriores.

Este modelo será escolhido para o processo de desenvolvimento do trabalho no capítulo 3, pelo fato de ser um processo de fácil visualização do estado atual do desenvolvimento para o gerenciamento e pela forte documentação exigida em cada etapa, minimizando a perda de informações pela rotações de pessoas ao longo do desenvolvimento. A desvantagem decorre em uma demora maior na entrega de resultados efetivos, devido ao esforço exigido na execução e documentação das etapas até a entrega final para operação e manutenção.

### 2.3.1 Modelagem de Processos de Negócio

Existem algumas ferramentas para especificação de requisitos para que os usuários de negócio e desenvolvedores tenham uma visão do processo a qual o sistema ou projeto irá atender, sendo uma delas o BPMN.

O BPMN (Business Process Modeling Notation) é a Notação de Modelagem de Processos de Negócio composto de uma série de ícones padrões para o desenho de processos de negócio com o objetivo de definição e entendimento dos processos pelos envolvidos, por busca de melhorias para maior efetividade no processo, para delegação de tarefas e servir como requisito para o desenvolvimento de um sistema de informação automatizado aderente ao processo definido.

Os elementos do BPMN podem ser divididos em quatro categorias:

- ✓ Objetos de fluxo: eventos, atividades, comparadores, gateways.
- ✓ Objetos de conexão: fluxo de sequência, fluxo de mensagem, associação.
- ✓ Swim lanes: pool, lane.
- ✓ Artefatos: objeto de dados, grupo, anotação

A figura a seguir exemplifica os principais elementos envolvidos no BPMN.

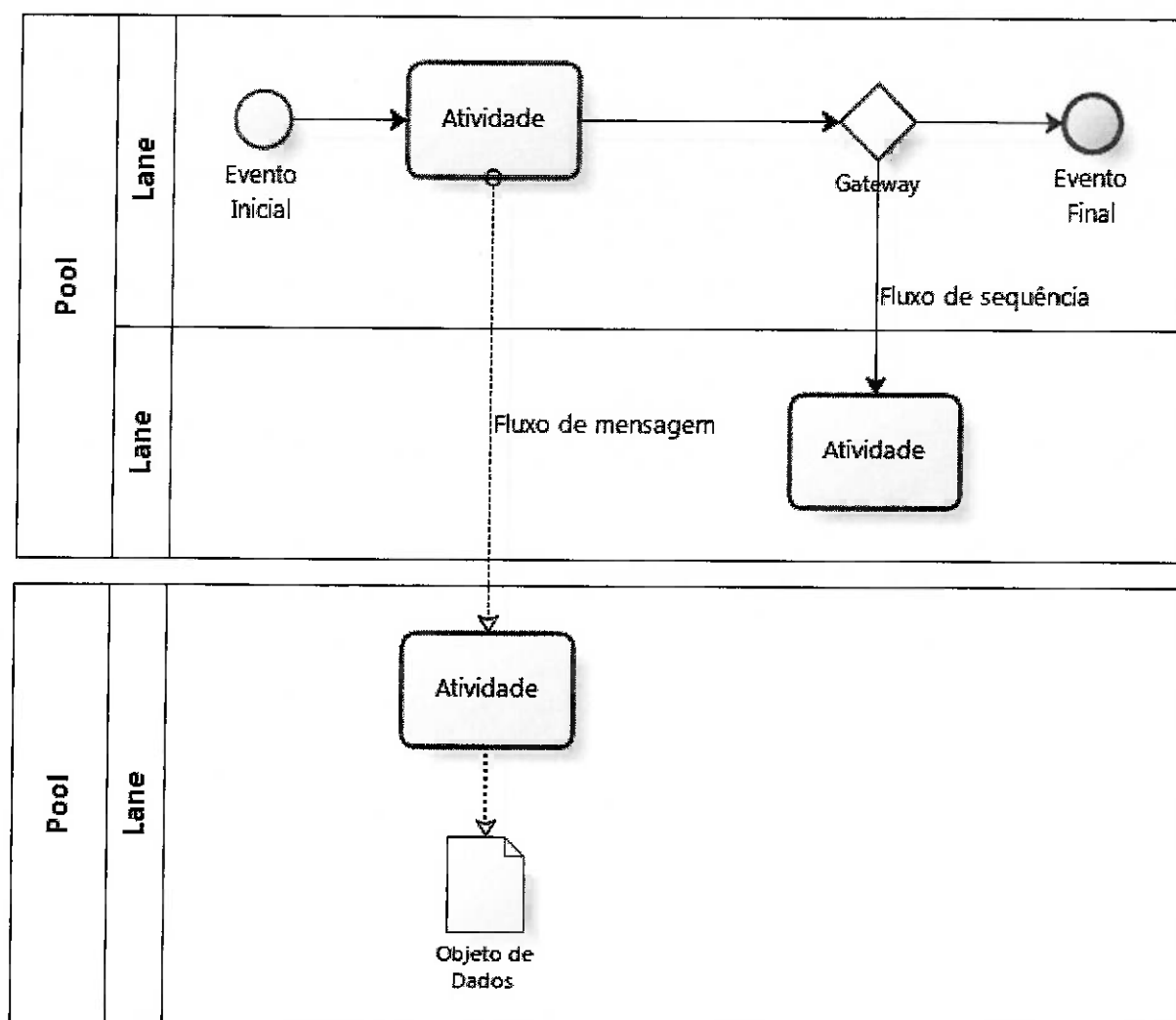


Figura 6: Exemplo de Elementos do BPMN



### 3 DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO DE INTEGRAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL E SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE FACILIDADES

O grande problema encontrado pelo gerenciamento de facilidades é a falta de informações para tomadas de decisão embasadas a fim de alcançar uma operação mais eficiente com redução de custos, eficiência energética e conforto dos usuários.

A solução para este problema será a criação de um componente intermediário entre os sistemas de automação predial e os sistemas de gerenciamento de facilidades, conforme representação abaixo:

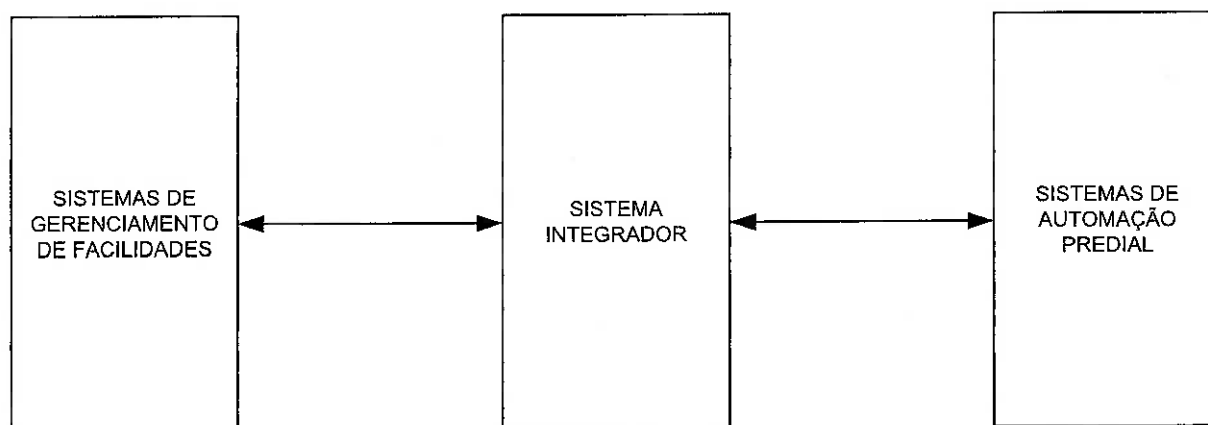


Figura 7: Módulo Integrador

A solução que será apresentada é a de definição de um processo de desenvolvimento deste integrador.

#### 3.1 Processo de desenvolvimento do integrador

Inicialmente é necessário definir o modelo ou paradigma de processo de engenharia de software que será utilizado para o processo de desenvolvimento do integrador de sistemas.

Conforme já descrito no capítulo anterior, será escolhido para o processo o modelo em cascata, por conta de ser um modelo de fácil visibilidade, entendimento, gerenciamento e que força a documentação e aprovação de cada etapa pelos

envolvidos para o avanço nas etapas posteriores. A desvantagem deste modelo é a demora exigida para execução de todas as etapas até a entrega.

A figura a seguir mostra novamente o modelo de desenvolvimento em cascata para acompanhamento das etapas durante este desenvolvimento do processo.

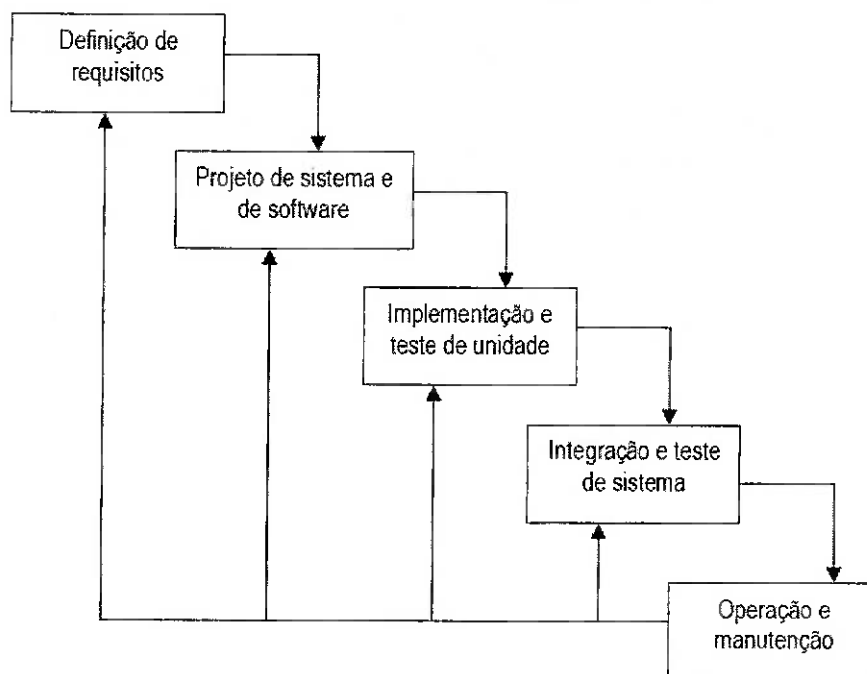


Figura 8: Modelo em cascata para desenvolvimento do processo

Para cada etapa deste modelo serão definidas as necessidades de criação, levantamento e definições para que o desenvolvimento do sistema de integração seja realizado.

As seguintes etapas do modelo do processo de desenvolvimento do integrador serão descritas:

- ✓ Definição de requisitos (levantamento e análise)
- ✓ Projeto de sistema e de software
- ✓ Implementação e teste de unidade
- ✓ Integração e teste de sistema
- ✓ Operação e manutenção

### **3.1.1 Definição de requisitos**

A etapa de definição de requisitos é de suma importância para o sucesso do projeto e está dividida em duas partes: levantamento e análise de requisitos.

#### **3.1.1.1 Levantamento de requisitos**

O levantamento de requisitos será dividido em itens para facilitar o trabalho:

##### **3.1.1.1.1 Definição dos processos de negócio que necessitam da integração dos sistemas**

Este item da especificação é essencial para o entendimento tanto da área de negócios quanto da área de desenvolvimento.

Recomenda-se a utilização do BPMN para a criação e definição dos processos, por ser um modelo universal e de fácil entendimento por desenvolvedores e por usuários da área de negócio.

Antes de se desenhar o processo, primeiramente identifique o objetivo deste processo e quais são os papéis ou atores do processo. Além do desenho, é recomendável a elaboração de um texto explicativo do processo.

##### **3.1.1.1.2 Levantamento dos sistemas de informação participantes do processo e sua localização**

O levantamento dos atores participantes do processo de negócio e a localização dos sistemas, que podem estar localmente no empreendimento, na nuvem ou em uma empresa de operação remota, ajudarão na melhor compreensão da arquitetura e necessidades de projeto.

##### **3.1.1.1.3 Levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais**

A partir de um ou mais processos definidos deve-se identificar para cada uma das funções a seguir, as necessidades sob o ponto de vista de hardware, software e rede.

##### **3.1.1.1.3.1 Coleta e tradução de pontos**

Deve-se identificar quais as variáveis que serão lidas/escritas dos sistemas de automação predial no(s) processo(s) definido(s) anteriormente e levantar o requisito de tempo entre leituras consecutivas do mesmo ponto. Este tempo é a taxa de atualização do valor do ponto que o sistema corporativo ou a lógica interna do integrador precisa para que o processo seja executado efetivamente.

#### **3.1.1.1.3.2 Fornecimento de dados em tempo real**

Deve-se analisar a necessidade dos sistemas corporativos na leitura dos pontos de automação em tempo real para alguma tomada de ação ou decisão.

Caso tenha esta necessidade, devem-se levantar quais as variáveis e qual o tempo máximo de atualização requerido para cada uma delas.

#### **3.1.1.1.3.3 Armazenamento de pontos**

Deve-se levantar a necessidade de armazenamento persistente dos dados de automação no integrador.

Caso tenha esta necessidade, deve-se levantar por quanto tempo o dado precisará permanecer em histórico e de quanto em quanto tempo estes dados devem ser gravados.

#### **3.1.1.1.3.4 Realização de lógicas de negócio**

O sistema integrador pode ser utilizado para realização de lógicas e regras do negócio para atender as necessidades do processo, caso estas não existam e não sejam implementadas nos dois sistemas (corporativos e automação predial).

Importante identificar quais serão estas lógicas para que possam ser implementadas neste sistema integrador. As lógicas podem abranger desde conversão de unidades de medida, cálculo de volume até formulas estatísticas de correlação para geração de chamadas de métodos ou funções para os sistemas existentes dos dois lados do integrador.

#### **3.1.1.1.3.5 Redundâncias lógicas e físicas**

Visando a alta disponibilidade no funcionamento do integrador e na comunicação com os sistemas prediais e de facilidades recomenda-se levantar as necessidades de redundância lógicas e físicas na arquitetura do sistema, considerando os componentes de hardware, software e meios de comunicação.

#### **3.1.1.1.3.6 Previsão de expansão do sistema**

Recomenda-se levantar com a área de negócios possíveis expansões de sistemas ou uma estimativa de crescimento de número de variáveis a serem coletadas no sistema de automação e de regras a serem aplicadas.

#### **3.1.1.1.3.7 Interface para programação e parametrização do integrador**

A interface de programação e parametrização deve ser intuitiva e de fácil entendimento para uso do gerente de facilidades e supervisores técnicos.

Devem-se levantar as necessidades de parametrização e programação para que o integrador execute suas atividades, do nível de segurança requerido para acesso as funções de programação e parametrização e da formatação da interface.

#### **3.1.1.1.3.8 Documento de Requisitos**

Esta é a etapa final da definição de requisitos, na qual especifica formalmente os requisitos funcionais e não-funcionais da solução.

Recomenda-se que este documento contenha no mínimo:

- ✓ Cabeçalho: título, data e versão do documento.
- ✓ Corpo: descrição dos envolvidos na aprovação dos requisitos (nomes e cargos) e os requisitos abordados na etapa de requisitos descritas aqui e uma seção final para apontamentos de itens para modificação ou adição nos requisitos contendo as assinaturas de cada envolvido e a escolha de aprovação ou não do documento.

Caso haja pedidos de modificação, estes devem ser tratados até o consenso de todos os envolvidos para aprovação do documento.

### **3.1.1.2 Análise dos requisitos**

Após a especificação dos requisitos, passa-se para etapa de análise dos requisitos. Essa etapa é essencial para se obter o correto entendimento dos requisitos através de suas modelagens. Essa modelagem é obtida através dos diagramas de software relacionados com o funcionamento essencial do sistema.

#### **3.1.1.2.1 Diagramas de software**

Os diagramas de software servem para identificação das entidades, atributos e métodos que o integrador precisará para atender os requisitos de negócio. Os diagramas servirão como base para melhor entendimento da solução pelo desenvolvimento.

Recomenda-se neste momento elaborar os diagramas UML de classes e de seqüência de forma mais abstrata e genérica para se ter uma idéia macro da solução.

#### **3.1.1.2.2 Redundâncias lógicas e físicas**

Devem-se analisar formas e meios de contingência para redundância de dados e comunicação entre ambos os sistemas, através da visualização de pontos únicos de falha e dos impactos e riscos de parada dos diversos componentes do integrador e da comunicação com os demais sistemas integrantes do processo de negócio.

#### **3.1.1.2.3 Documentação da etapa de análise**

Nesta etapa deve-se somar ao documento de requisitos, os documentos criados nesta fase de análise, contendo novamente os mesmos itens e estrutura recomendada no documento de requisitos, com a adição da análise dos requisitos.

### **3.1.2 *Projeto de sistema e de software***

Nesta etapa deve-se levantar e analisar as tecnologias e protocolos de comunicação envolvidos e elaborar os diagramas da arquitetura de comunicação, da arquitetura interna do integrador e de sua implantação.

### **3.1.2.1 Levantamento das tecnologias e protocolos de comunicação**

Para cada variável identificada na fase de levantamento de requisitos deve-se levantar qual o protocolo e tecnologia de comunicação. Esta informação servirá para o próximo item da etapa de projeto que é o entendimento das características dos diferentes protocolos e tecnologias de comunicação envolvida.

Exemplo do lado da automação:

Descrição do ponto	Protocolo	Tecnologia de comunicação
Temperatura de saída do chiller 1	BACnet/IP	Ethernet
Tensão entre R-S da UPS 1	SNMP	Ethernet
Tensão da bateria do Gerador 1	Modbus/RTU	RS-485
Corrente na saída da UPS 2	SNMP	Ethernet

Tabela 1: Exemplo de Pontos Automação

Exemplo do lado do gerenciamento de facilidades:

Função	Protocolo	Tecnologia de comunicação
Consulta ocupação	HTTP	Ethernet
Consulta nº de ocupantes atual	HTTP	Ethernet

Tabela 2: Exemplo de Pontos do Sistema de Gerenciamento de Facilidades

### **3.1.2.2 Análise de cada protocolo e tecnologia de comunicação**

Devem ser observadas quais as tecnologias de comunicação utilizadas para comunicação com os pontos. Caso tenha alguma comunicação serial (RS232, RS485, RS422), recomenda-se verificar a possibilidade da conversão para rede ethernet utilizando um protocolo TCP/IP padrão aberto para dar flexibilidade ao sistema integrador, utilizando-se de gateways de protocolo ou até mesmo a troca do componente, se possível. A idéia é que o sistema integrador possa ser instalado ou

hospedado em qualquer lugar do mundo que tenha uma conexão remota com os sistemas envolvidos na integração.

Devem-se entender as características de cada protocolo levantado para projeto das interfaces de comunicação com os sistemas de automação e os sistemas corporativos que fazem parte dos processos. Estas características envolvem os atributos e métodos que as interfaces necessitam conhecer e fornecer parametrização para a sua implementação.

Deve-se estimar a largura de banda e latência necessária para o requisito de tempo de cada variável especificado no requisito de coleta e tradução de protocolos. Para esta estimação, deve ser considerada a quantidade de pontos, a taxa de leitura/escrita de pontos e a característica do protocolo. Este item é de grande importância para comunicações remotas entre o integrador e os sistemas de automação, para definição e projeto dos meios de comunicação (sem-fio, cabo) e especificação dos requisitos de largura de banda e latência no possível contrato com fornecedores de link de comunicação.

### **3.1.2.3 Arquiteturas**

A elaboração das arquiteturas está dividida em duas partes: arquitetura de comunicação com demais sistemas e arquitetura interna do integrador.

#### **3.1.2.3.1 Arquitetura de comunicação com demais sistemas**

A arquitetura de comunicação mostra como os sistemas ou módulos de sistemas envolvidos no processo de integração estão interligados, identificando a tecnologia e protocolo de comunicação entre cada um deles.

Deve-se nesta etapa elaborar um diagrama da arquitetura de comunicação interligando os sistemas que fazem parte do processo ao integrador incluindo a identificação dos protocolos e tecnologias de comunicação nas linhas de interligação entre os sistemas.

O diagrama da arquitetura servirá para maior entendimento de como os componentes macros da solução estão interligados.



### 3.1.2.3.2 Arquitetura Interna do Integrador

A arquitetura interna do integrador mostra como está dividida e organizada a estrutura interna de software do integrador.

### 3.1.2.4 Diagramas de pacotes e implantação

Recomenda-se a elaboração dos diagramas de pacotes e implantação para o projeto do integrador.

O diagrama de pacotes fornecerá uma visão geral do sistema do integrador para que se possam observar os subsistemas que o compõe.

O diagrama de implantação determinará os requisitos físicos necessários para a execução dos componentes constituintes do integrador.

### 3.1.2.5 Documentação

Um novo documento deve ser elaborado no mesmo formato dos anteriores, porém com a descrição desta etapa de projeto no corpo do documento.

O documento deve passar pelo consenso dos envolvidos para aprovação.

## 3.1.3 *Implementação e teste de unidade*

Nesta etapa serão analisadas as opções de soluções prontas no mercado versus o desenvolvimento próprio que satisfaçam os requisitos do integrador e a seguir um plano de testes para a solução escolhida ou desenvolvida.

### 3.1.3.1 Pesquisa e benchmarking de soluções do mercado

Para uma pesquisa de soluções de mercado deve-se tomar como base os documentos criados até esta etapa. A partir do momento que houver soluções parciais ou totais da solução, deve-se elencar os critérios de comparação entre elas.

### **3.1.3.2 Desenvolvimento interno e terceirizado**

O desenvolvimento do integrador é uma opção a ser analisado através de simulações de valores que irão depender do prazo e recursos estimados para o projeto. Este pode ser desenvolvido internamente se já houver uma equipe ou senão terceirizado.

### **3.1.3.3 Definição da estratégia de aquisição, desenvolvimento ou integração de soluções**

Uma análise entre as opções do mercado e de desenvolvimento deve ser efetuada para definição da estratégia da solução, que pode ser um conjunto de aquisição, desenvolvimento e integração de soluções ou somente a aquisição da solução completa de um fornecedor.

Deve-se levar em conta para decisão o comparativo realizado no item anterior, as experiências anteriores com fornecedores e desenvolvimentos, satisfação de clientes que já utilizam a solução do fornecedor, os custos de instalação e manutenção ao longo do tempo e os níveis de acordo de serviço para atendimento e suporte ao produto.

### **3.1.3.4 Teste de unidade**

Um plano de testes por função e por componente integrante no projeto deve ser elaborado visando à minimização no número de falhas e não conformidades.

No caso de aquisição de softwares do mercado, o teste deve focar nos requisitos funcionais e não funcionais levantados na primeira etapa, e no teste de integração com os sistemas de gerenciamento de facilidades e sistemas de automação. No caso do desenvolvimento de software, o teste deve ser mais detalhado para detecção de erros mais profundos em cada componente de software desenhado.

### **3.1.3.5 Documentação**

O documento de implementação é constituído da análise de soluções de mercado efetuada anteriormente para aprovação e o motivo da escolha do fornecedor para aquisição e implementação da solução. Outro ponto contido é descrição do plano e resultado dos testes efetuados.

O documento deve passar pelo consenso dos envolvidos para aprovação.

#### **3.1.4 Operação e manutenção**

Antes da implantação, devem ser criados manuais e treinamentos para instalação, operação e manutenção para os envolvidos na operação e manutenção do integrador.

Os envolvidos devem sofrer a reciclagem do treinamento a cada revisão do software e por tempo decorrido do último treinamento.

Um plano de manutenção deve ser criado para o hardware e ambiente que suportam os sistemas integrantes do projeto.

Um documento de análise de riscos e contingências da estrutura do integrador deve ser criado para as tomadas de ação a partir de uma ou mais falhas.

##### **3.1.4.1 Documentação**

Faz parte da documentação final os manuais, procedimentos e treinamentos para instalação e operação e do plano e procedimento de manutenção e de contingência para tomada de ação a partir de falhas.

### **3.2 Aplicação do processo de desenvolvimento do integrador**

O processo de desenvolvimento do integrador especificado anteriormente pode ser utilizado para qualquer processo de negócio.

Neste trabalho o processo de desenvolvimento do integrador será aplicado para um processo de negócio de abertura de chamados de manutenção através dos dados do sistema de automação.

### 3.2.1 Definição de requisitos

#### 3.2.1.1 Levantamento de requisitos

##### 3.2.1.1.1 Definição dos processos de negócio que necessitam da integração dos sistemas

<b>Nome do Processo</b>	Processo de abertura de chamados de manutenção através dos dados do sistema de automação.
<b>Objetivo</b>	Abertura de chamados corretivos e preventivos através da detecção de anormalidades no funcionamento de equipamentos e dispositivos dos sistemas prediais.
<b>Benefícios</b>	Detecção e acionamento ágil da manutenção para resolução de problemas em equipamentos para evitar ou diminuir a indisponibilidade nos sistemas de ar condicionado, ventilação, energia, água, esgoto e outros, impactando no conforto do usuário e no gasto irracional de insumos (energia elétrica, água e gás).

Tabela 3: Informações do Processo

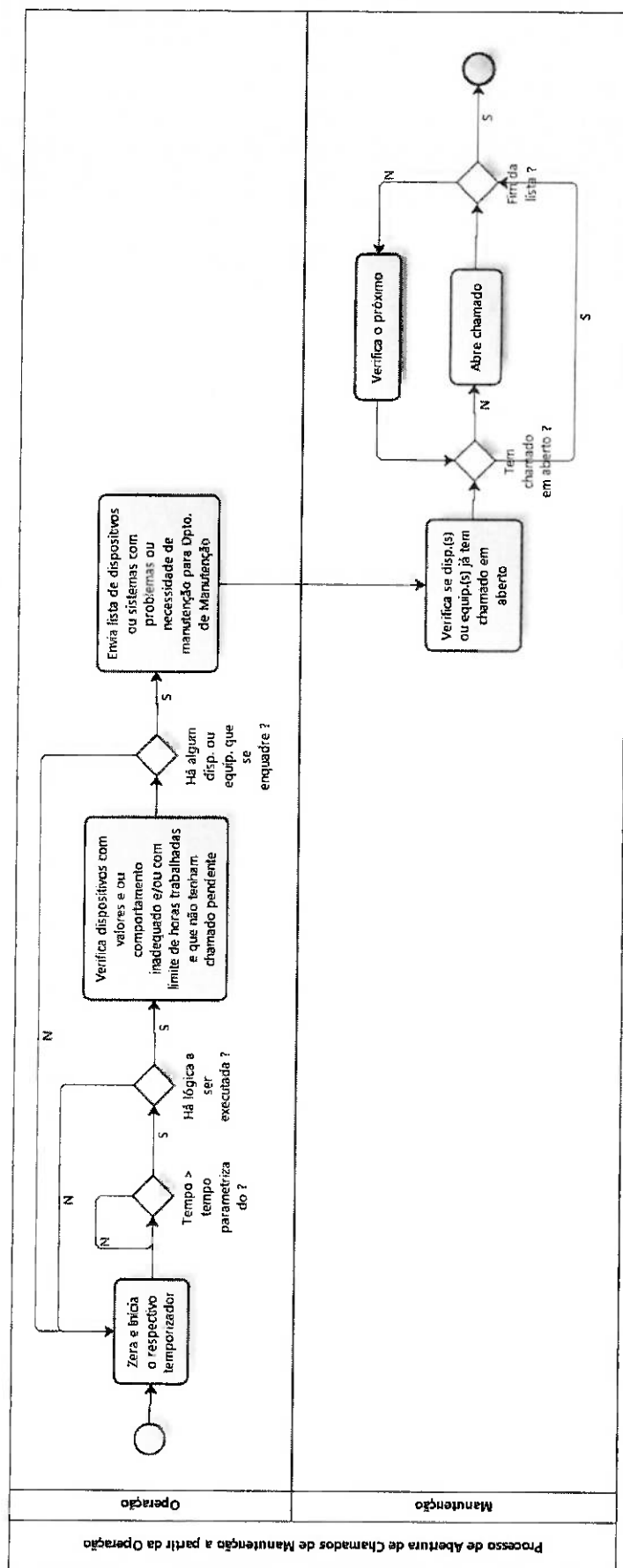


Figura 9: Processo de Negócio para Abertura de Ordem de Serviço

A idéia deste processo de negócio é que o integrador realize por completo as atividades descritas, sendo este dividido em dois atores (manutenção e operação) para melhor entendimento, pois demonstra como ocorre atualmente sem a integração.

O processo inicia-se na operação, que a cada período de tempo executa uma rotina ou atividade de varredura em sensores, equipamentos e processos a fim de se detectar possíveis anormalidades.

Esta verificação inclui detecção de sensores fora do range normal de trabalho previamente parametrizado, detecção de baixo rendimento em equipamentos, de consumo de insumos anormal, de horas trabalhadas pelo equipamento alcançadas para disparo de ordem de serviço preventivo.

Após a lógica de verificação, a informação dos dispositivos que necessitam de corretiva ou preventiva são enviadas a manutenção para abertura de chamados. O sistema executa uma tratativa antes da abertura para verificação de chamados já abertos para o mesmo problema e mesmo dispositivo para que não ocorra a duplicidade de chamados.

#### 3.2.1.1.2 Levantamento dos sistemas de informação participantes do processo e sua localização

Neste processo de negócio tem-se o sistema de manutenção do lado do gerenciamento de facilidades, sendo este serviço localizado na nuvem. E os sistemas de energia, ar condicionado, ventilação, hidráulica, iluminação e acesso do lado da automação, sendo que os dados podem ser obtidos apenas no empreendimento.

Sistemas Envolvidos	Localização
Sistema de Manutenção	Hospedagem em Site Externo com acesso pela Internet ("na nuvem")
Sistemas de Automação, composto por: Energia Elétrica (Geração e distribuição), Ar condicionado, Ventilação, Hidráulica (potável, pluvial, drenagem, esgoto, incêndio), Detecção e alarme de incêndio, controle de acesso, alarme de intrusão e CFTV	Rede local do empreendimento (Supervisório ou diretamente dos equipamentos de campo)

Tabela 4: Sistemas envolvidos no processo

### 3.2.1.1.3 Levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais

#### 3.2.1.1.3.1 Coleta e tradução de pontos

O sistema deverá ser capaz de coletar as seguintes variáveis de automação do sistema predial.

Item	Site	Local	Sistema	Equipamento/Subsistema	Descrição do ponto
1	Edifício X	Subestação	Elétrico	Painel da Subestação	Corrente Total
2	Edifício X	Subestação	Elétrico	Painel da Subestação	Tensão entre fases A-B
3	Edifício X	Subestação	Elétrico	Painel da Subestação	Tensão entre fases B-C
4	Edifício X	Subestação	Elétrico	Painel da Subestação	Tensão entre fases A-C
5	Edifício X	Subestação	Elétrico	Painel da Subestação	Frequência
6	Edifício X	Subestação	Elétrico	Painel da Subestação	Potência ativa
7	Edifício X	Subestação	Elétrico	Painel da Subestação	Potência reativa
8	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Corrente Total de Saída do Gerador
9	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Frequência de Saída do Gerador
10	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Status de Alarme do Gerador
11	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Status do Gerador
12	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Temperatura do óleo
13	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Tensão da bateria
14	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Potência ativa
15	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Horas trabalhadas
16	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Gerador	Status dos Exaustores
17	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Iluminação	Status Circuito 1 Térreo
18	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Iluminação	Status Circuito 2 Térreo
19	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Iluminação	Status Circuito 3 Térreo
20	Edifício X	Sala do Gerador	Elétrico	Iluminação	Status Circuito 4 Térreo

21	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Chiller	Temperatura de entrada de água gelada
22	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Chiller	Temperatura de saída de água gelada
23	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Chiller	Pressão no Evaporador
24	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Chiller	Pressão no Condensador
25	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Chiller	Setpoint de água gelada
26	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Chiller	Horas trabalhadas
27	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Chiller	Status Compressor
28	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Torre de Resfriamento	Status Torre
29	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Torre de Resfriamento	Nível água na bacia do tanque
30	Edifício X	CAG	Ar Condicionado	Torre de Resfriamento	Nível Tanque de Reposição de água
31	Edifício X	1º andar	Ar Condicionado	Fancoil	Posição da VAG
32	Edifício X	1º andar	Ar Condicionado	Fancoil	Velocidade Motor
33	Edifício X	1º andar	Ar Condicionado	Fancoil	Pressão Insuflamento
34	Edifício X	1º andar	Ar Condicionado	Fancoil	Temperatura Insuflamento
35	Edifício X	1º andar / Sala A	Ar Condicionado	VAV01	Vazão
36	Edifício X	1º andar / Sala A	Ar Condicionado	VAV01	Temperatura ambiente
37	Edifício X	2SS	Ventilação	Exaustor	Status Exaustor
38	Edifício X	Cobertura	Hidráulica	Potável	Nível do Reserv. Superior
39	Edifício X	3SS	Hidráulica	Pluvial	Horas trabalhadas Bomba 1
40	Edifício X	3SS	Hidráulica	Esgoto	Status Bomba 1
41	Edifício X	3SS	Hidráulica	Drenagem	Status Bomba 1
42	Edifício X	Barrilete	Hidráulica	Bomba Hidrante	Status da bomba de hidrante
43	Edifício X	Casa Máquinas	Incêndio	Detector Fumaça	Status de Fumaça
44	Edifício X	Casa de Bombas	Incêndio	Detector Fumaça	Status de Fumaça
45	Edifício X	Sala do Gerador	Incêndio	Detector Fumaça	Status de Fumaça
46	Edifício X	3º andar	Incêndio	Acionador Manual	Status do Acionador Manual
47	Edifício X	Edifício X	Controle de Acesso	Acesso	nº de ocupantes atual
48	Edifício X	Térreo	Alarme de Intrusão	Botão de pânico	Status do botão
49	Edifício X	Térreo	CFTV	Câmera 01	Status do sinal de vídeo

Tabela 5: Lista de Pontos do Sistema de Automação da Aplicação

O sistema deve ser capaz de efetuar a leitura dos pontos relacionados na tabela acima no máximo a cada 30 segundos a fim de possibilitar a futura persistência dos pontos em histórico.

A figura a seguir mostra o processo de coleta proposto para o integrador.



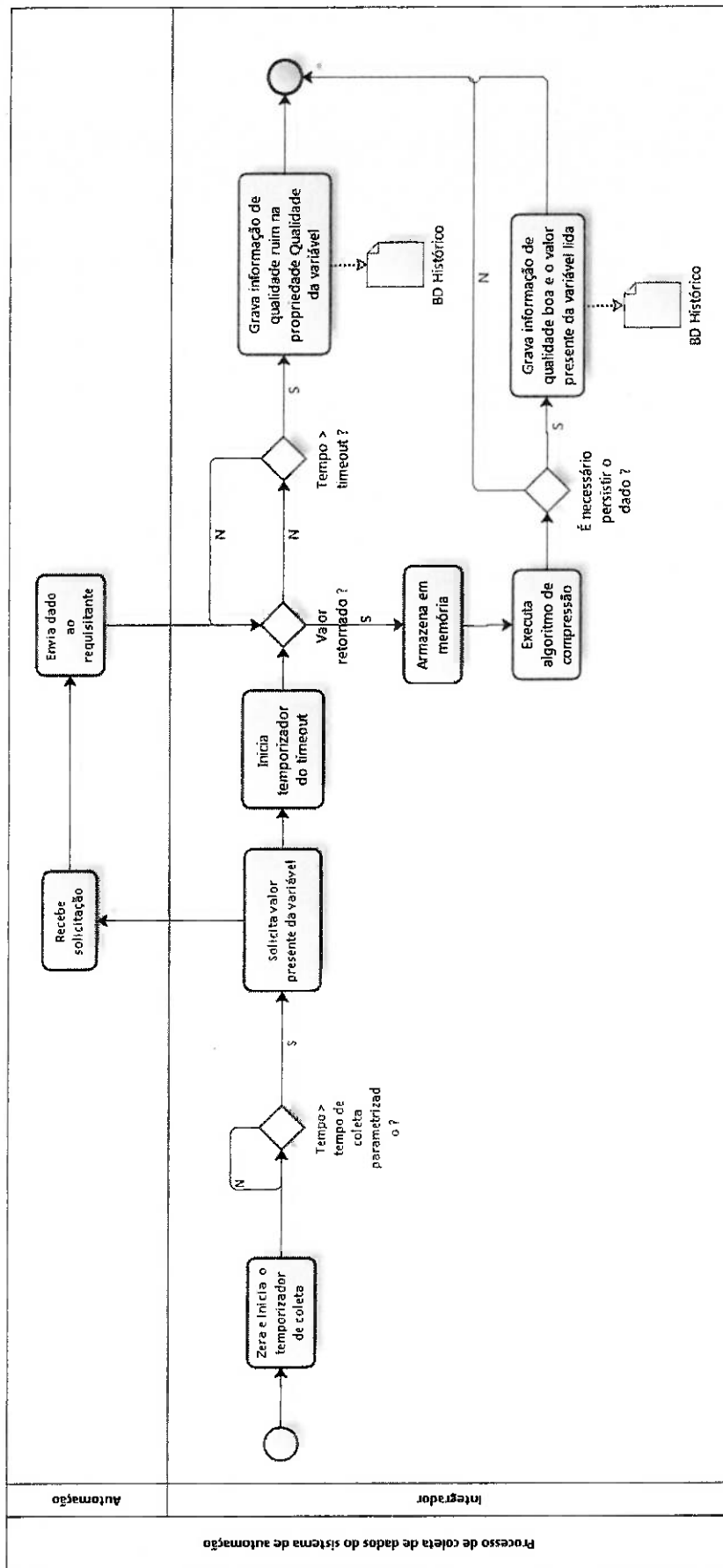


Figura 10: Processo de coleta de variáveis de automação

#### **3.2.1.1.3.2 Fornecimento de dados do sistema de automação em tempo real**

Para este processo de negócio o integrador não necessita fornecer ao sistema corporativo uma interface para leitura dos pontos do sistema de automação em tempo real. O sistema corporativo, no caso o sistema de manutenção, fornecerá apenas uma interface para abertura e consulta de chamados de manutenção. Quem fará o processo de verificação e diagnóstico de anormalidades será o integrador.

#### **3.2.1.1.3.3 Armazenamento de pontos**

Há a necessidade de persistência de dados para que seja possível a criação de regras, por exemplo, que comparem o perfil de consumo de energia histórico com o perfil atual para abertura de chamados sobre equipamentos ou sistemas com consumo acima da média para o dia, horário, tempo e ocupação. Outra regra de comparação a ser utilizado, por exemplo, é a análise de curva de tendência de consumo de água potável para possíveis detecções de vazamento e conseqüente abertura de chamados.

Os dados lidos consecutivamente pela interface coletora devem ser analisados e gravados mantendo armazenado por cinco anos no banco de dados histórico.

#### **3.2.1.1.3.4 Realização de lógicas de negócio**

O sistema integrador deve ser capaz de realizar cálculos de comparação e tendência com dados históricos, de efetuar conversão de unidades, cálculos aritméticos e estatísticos.

#### **3.2.1.1.3.5 Redundâncias lógicas e físicas**

Caso algum componente do integrador pare de rodar haverá um impacto sobre a abertura de chamados de manutenção, impactando na parada da detecção sistemática de indisponibilidades em equipamentos, de aumento de consumo de energia, de falta de rendimento em equipamentos, entre outros.

Recomenda-se prover uma redundância ativa-ativa do integrador, do meio de comunicação entre o integrador e o sistema de manutenção e do próprio sistema de manutenção.

#### **3.2.1.1.3.6 Previsão de expansão do sistema**

De acordo com o gerente de facilidades haverá a compra de mais um equipamento de resfriamento (Chiller) e compra de novas interfaces de comunicação com equipamentos, totalizando uma expansão de 30% no número de variáveis a serem monitoradas no prazo de 5 anos.

#### **3.2.1.1.3.7 Interface para programação e parametrização do integrador**

O integrador deve fornecer telas para que os gerentes de facilidades ou técnicos de automação possam parametrizar e programar o sistema.

O acesso a consulta, criação, remoção e modificação dos dados dos parâmetros e programação devem ser restritas por usuário e grupos, sendo que o gerente de facilidades terá acesso completo ao sistema.

As interfaces de parametrização e de programação devem ser os mais intuitivos possíveis, sem perder as complexidades de funções, de forma que o gerente de facilidades sem conhecimento de linguagem de programação possa criar as regras de negócio que gerarão as ordens de serviço para a manutenção.

#### **3.2.1.1.3.8 Documento de Requisitos**

O documento de requisitos conterá os itens vistos até o momento, porém em uma formatação padrão da empresa.

Um exemplo de uma estrutura simplificada para o documento seria composto dos seguintes itens:

- ✓ Cabeçalho: nome do documento, versão e data.
- ✓ Corpo: objetivo, descrição dos envolvidos (nome completo, departamento e cargo), descrição dos requisitos, considerações e status de aprovação dos envolvidos.

O documento deve passar pela aprovação dos envolvidos.

Caso haja pedidos de modificação, estes devem ser tratados até o consenso de todos os envolvidos para aprovação do documento.

### **3.2.1.2 Análise dos requisitos**

#### **3.2.1.2.1 Diagramas de software**

O objetivo da elaboração dos diagramas nesta fase é de ter uma idéia inicial das principais classes, atributos e métodos necessários no integrador.

#### **Diagrama de Classes**

O diagrama de classes desenvolvido nesta etapa não tem a preocupação com a especificação da cardinalidade entre as classes, nem a visibilidade de cada um dos métodos e atributos, nem na diferenciação de classes abstratas, interfaces e demais propriedades na estrutura orientada a objetos mais profundos para o desenvolvimento. O objetivo é ter uma visão e entendimento maior da estrutura do integrador para futuro desenvolvimento e comparativo com soluções de mercado.

A figura a seguir mostra o diagrama de classes simplificado para aplicação do processo de negócio proposto:

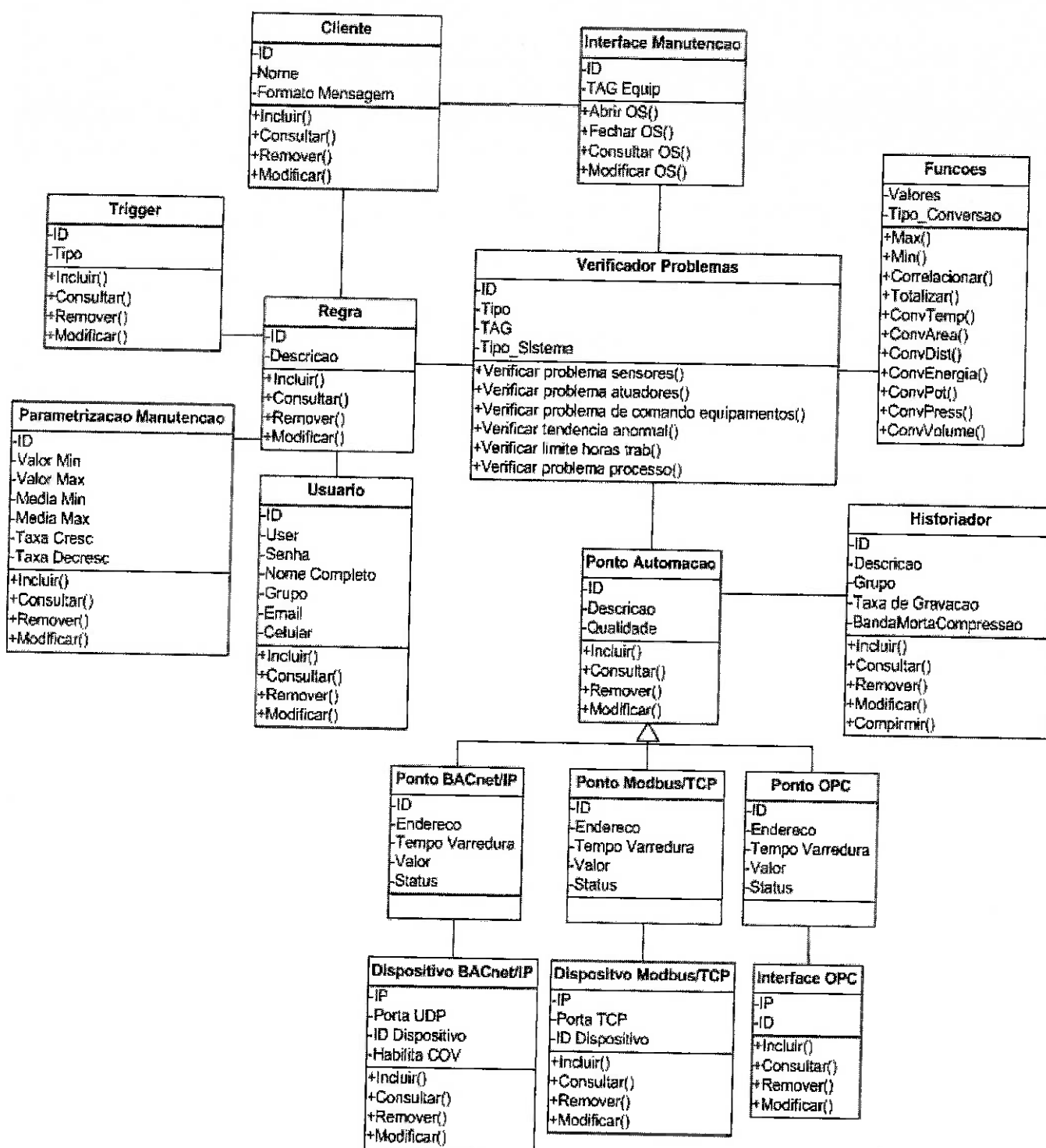


Figura 11: Diagrama de Classes simplificado

## Diagrama de Seqüência

O diagrama de seqüência a seguir mostra a seqüência de mensagens para abertura de chamados através de uma regra exemplo que efetua a verificação de um sensor fora do range normal de funcionamento.

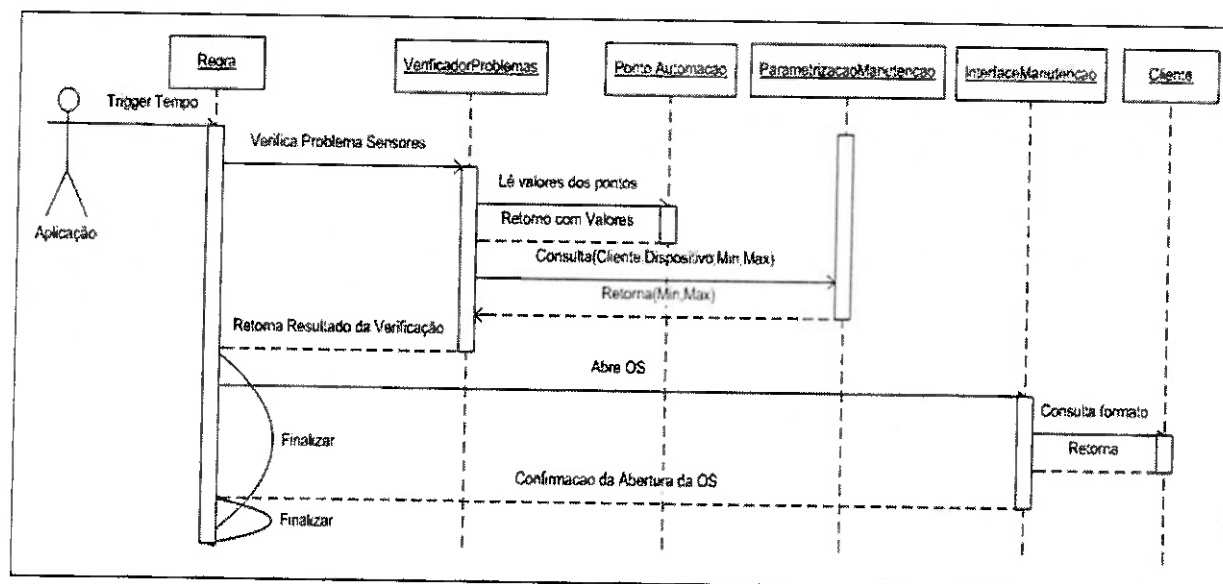


Figura 11: Exemplo de um Diagrama de Seqüência da Aplicação

### 3.2.1.2.2 Redundâncias lógicas e físicas

De acordo com os impactos descritos na etapa de levantamento de requisitos, e visando o integrador, este deve ser capaz de lidar com problemas de comunicação com os sistemas de automação e com o sistema de manutenção. Neste caso pode ser criada uma nova regra para que a equipe de suporte ou usuários administradores seja avisada de falhas que perdurem por um tempo determinado.

Outro ponto a ser considerado é a colocação de servidores em redundância ativa-ativa para aumentar a disponibilidade dos componentes do integrador e dos links de comunicação com os sistemas. Podemos referenciar a uma arquitetura High Availability (H.A.), conforme representada na figura a seguir:

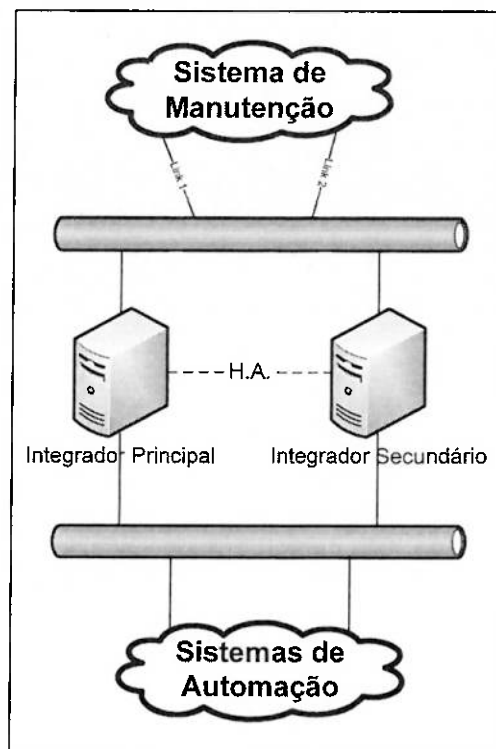


Figura 12: Arquitetura de Alta Disponibilidade

Neste caso ambos os sistemas primário e secundário realizariam a coleta dos dados, porém somente um deles conseguiria efetuar a abertura de chamados para não haver duplicidade.

Pode-se notar que o sistema integrador tem liberdade para ser hospedado remotamente de ambos os sistemas, considerando uma comunicação redundante.

#### 3.2.1.2.3 Documentação da etapa de análise

O documento de requisitos apresentando no item anterior será complementado com um capítulo descrevendo a análise de requisitos vista acima.

Novamente o documento deve passar pela aprovação dos envolvidos.

Caso haja pedidos de modificação, estes devem ser tratados até o consenso de todos os envolvidos para aprovação do documento.

### 3.2.2 Projeto de sistema e de software

Nesta etapa devem ser elaborados os diagramas da arquitetura e implantação do integrador.

### 3.2.2.1. Levantamento das tecnologias e protocolos de comunicação

Para cada variável identificada na fase de levantamento de requisitos deve-se levantar qual a tecnologia e protocolo de comunicação. Esta informação servirá para o próximo item da etapa de projeto que é o entendimento das características dos diferentes tecnologias e protocolos envolvidos.

Sistemas de Automação				
Item	Equipamento/Subsistema	Descrição do ponto	Protocolo	Tecnologia de comunicação
1	Painel da Substação	Corrente Total	Modbus/TCP	Ethernet
2	Painel da Substação	Tensão entre fases A-B	Modbus/TCP	Ethernet
3	Painel da Substação	Tensão entre fases B-C	Modbus/TCP	Ethernet
4	Painel da Substação	Tensão entre fases A-C	Modbus/TCP	Ethernet
5	Painel da Substação	Frequência	Modbus/TCP	Ethernet
6	Painel da Substação	Potência ativa	Modbus/TCP	Ethernet
7	Painel da Substação	Potência reativa	Modbus/TCP	Ethernet
8	Gerador	Corrente Total de Saída do Gerador	Modbus/RTU	Ethernet
9	Gerador	Frequência de Saída do Gerador	Modbus/RTU	Ethernet
10	Gerador	Status de Alarme do Gerador	Modbus/RTU	Ethernet
11	Gerador	Status do Gerador	Modbus/RTU	Ethernet
12	Gerador	Temperatura do óleo	Modbus/RTU	Ethernet
13	Gerador	Tensão da bateria	Modbus/RTU	Ethernet
14	Gerador	Potência ativa	Modbus/RTU	Ethernet
15	Gerador	Horas trabalhadas	Modbus/RTU	Ethernet
16	Gerador	Status dos Exaustores	Modbus/RTU	Ethernet
17	Iluminação	Status Circuito 1 Térreo	BACnet/IP	Ethernet
18	Iluminação	Status Circuito 2 Térreo	BACnet/IP	Ethernet
19	Iluminação	Status Circuito 3 Térreo	BACnet/IP	Ethernet
20	Iluminação	Status Circuito 4 Térreo	BACnet/IP	Ethernet
21	Chiller	Temperatura de entrada de água gelada	BACnet/IP	Ethernet
22	Chiller	Temperatura de saída de água gelada	BACnet/IP	Ethernet
23	Chiller	Pressão no Evaporador	BACnet/IP	Ethernet
24	Chiller	Pressão no Condensador	BACnet/IP	Ethernet
25	Chiller	Setpoint de água gelada	BACnet/IP	Ethernet
26	Chiller	Horas trabalhadas	BACnet/IP	Ethernet
27	Chiller	Status Compressor	BACnet/IP	Ethernet
28	Torre de Resfriamento	Status Torre	BACnet/IP	Ethernet
29	Torre de Resfriamento	Nível água na bacia do tanque	BACnet/IP	Ethernet
30	Torre de Resfriamento	Nível Tanque de Reposição de água	BACnet/IP	Ethernet
31	Fancoil	Posição da VAG	BACnet/IP	Ethernet
32	Fancoil	Velocidade Motor	BACnet/IP	Ethernet
33	Fancoil	Pressão Insuflamento	BACnet/IP	Ethernet
34	Fancoil	Temperatura Insuflamento	BACnet/IP	Ethernet
35	VAV01	Vazão	BACnet/IP	Ethernet
36	VAV01	Temperatura ambiente	BACnet/IP	Ethernet
37	Exaustor	Status Exaustor	BACnet/IP	Ethernet
38	Potável	Nível do Reserv. Superior	BACnet/IP	Ethernet
39	Pluvial	Horas trabalhadas Bomba 1	BACnet/IP	Ethernet
40	Esgoto	Status Bomba 1	BACnet/IP	Ethernet



41	Drenagem	Status Bomba 1	BACnet/IP	Ethernet
42	Bomba Hidrante	Status da bomba de hidrante	BACnet/IP	Ethernet
43	Detector Fumaça	Status de Fumaça	BACnet/IP	Ethernet
44	Detector Fumaça	Status de Fumaça	BACnet/IP	Ethernet
45	Detector Fumaça	Status de Fumaça	BACnet/IP	Ethernet
46	Acionador Manual	Status do Acionador Manual	BACnet/IP	Ethernet
47	Acesso	nº de ocupantes atual	OPC	Ethernet
48	Botão de pânico	Status do botão	Proprietário	Ethernet
49	Câmera 01	Status do sinal de vídeo	OPC	Ethernet

Tabela 5: Pontos x Protocolos dos Sistemas de Automação

Sistema de Manutenção		
Função	Protocolo	Tecnologia de comunicação
Abertura de Ordem de Serviço	HTTP	Ethernet
Consulta de Ordem de Serviço	HTTP	Ethernet
Fechamento de Ordem de Serviço	HTTP	Ethernet

Tabela 6: Pontos x Protocolos dos Sistemas de Manutenção

O sistema de manutenção aceita requisições no formato XML para abertura, consulta e fechamento de chamados.

#### 3.2.2.1.1 Análise da característica de cada protocolo e tecnologia de comunicação

Algumas interfaces de comunicação utilizadas são Ethernet TCP/IP, possibilitando a liberdade para alocação do integrador em locais remotos, porém existem interfaces seriais das quais podem ser tratadas de algumas formas. A primeira opção é a verificação da possibilidade de habilitação de uma interface ethernet com protocolo aberto já existente no equipamento, a segunda opção é a substituição de alguma interface de comunicação com interface ethernet e protocolo padrão já utilizados nos demais equipamentos (Modbus/TCP, BACnet/IP ou OPC). A terceira opção é a utilização de um gateway para conversão do sinal RS-485 para Ethernet, sendo no caso de Modbus/RTU para Modbus/TCP. E a última e menos recomendada é a implementação de uma interface serial no integrador, limitando a instalação do integrador no empreendimento próximo a fonte do dado.

Outro ponto a ser resolvido é com relação ao protocolo proprietário encontrado. Uma solução é a aquisição de um gateway de protocolo com fabricante

ou da abertura do formato do protocolo para criação do próprio gateway. Para esta aplicação iremos supor um gateway para protocolo OPC.

De acordo com o número de protocolos existentes, o integrador deve ser capaz de implementar diversas interfaces de comunicação, sendo elas: Modbus/TCP, BACnet/IP, OPC e HTTP (formato XML).

### **3.2.2.2 Arquitetura de comunicação**

#### **3.2.2.2.1 Arquitetura de comunicação com demais sistemas**

A arquitetura de comunicação mostra como os sistemas ou módulos de sistemas envolvidos no processo de integração estão interligados, identificando os protocolos de comunicação entre cada um deles.

Na camada mais baixa estão os sistemas de automação da aplicação e seus respectivos protocolos de comunicação. Para o gerador e sistema de alarme de intrusão foi utilizado um gateway para conversão de sinal e protocolo.

Na camada do meio está o Integrador em redundância, com comunicação para os sistemas de automação e para os sistemas do gerenciamento de facilidades.

Na camada acima, encontra-se uma comunicação com a Internet, através da qual o sistema de manutenção é acessível. A figura abstrai os componentes de rede como roteadores e firewall para simplificar o entendimento.

O usuário do sistema integrador pode acessar via rede local na camada corporativa ou via Internet através de uma conexão remota para a parametrização e adição das lógicas no integrador.

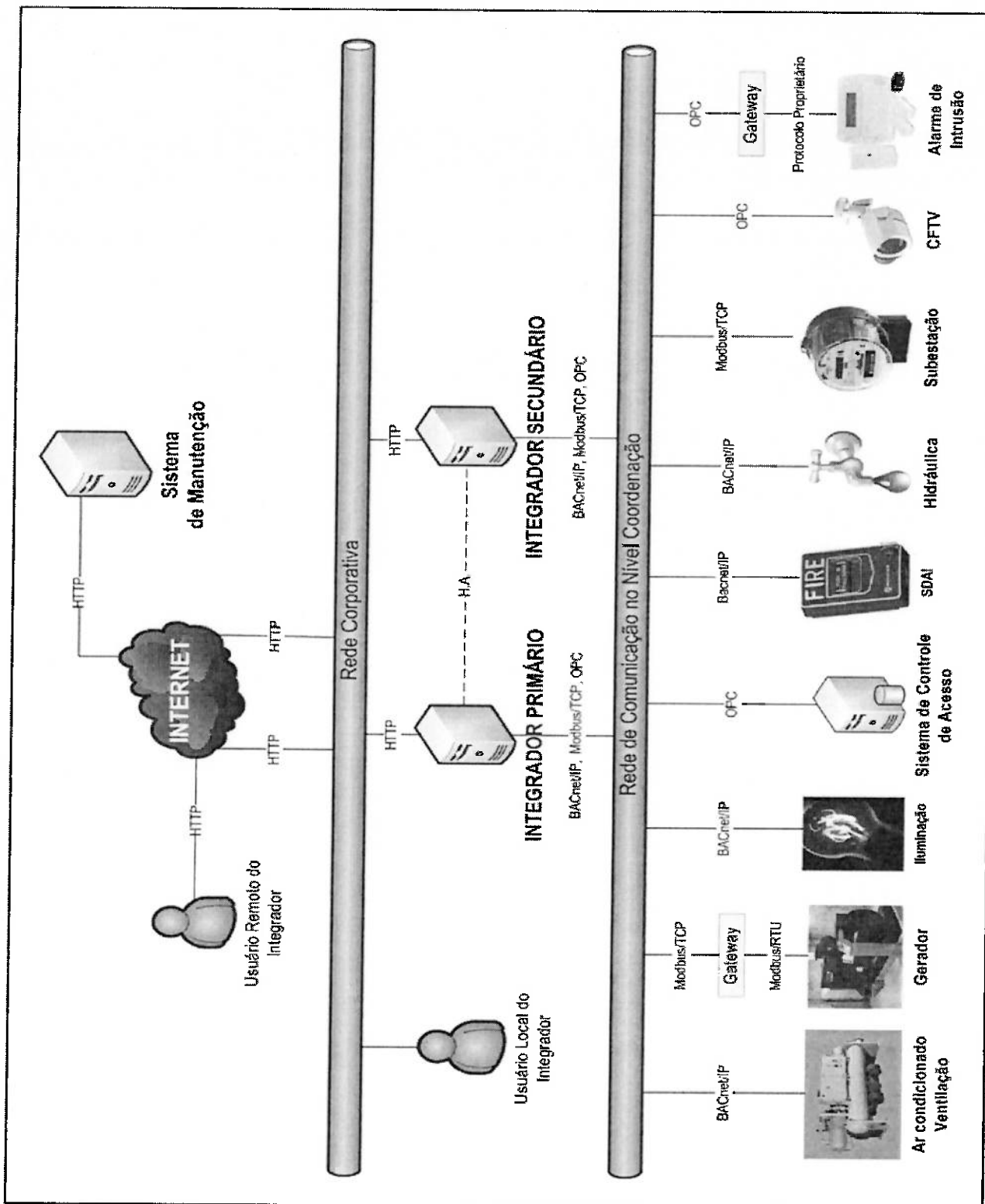


Figura 13: Arquitetura de Comunicação

#### 3.2.2.2.2 Arquitetura Interna do Integrador

A arquitetura interna do integrador mostra como está dividida e organizada a estrutura interna de software do integrador.

Este é composto de duas interfaces de comunicação (para o sistema de manutenção e para os sistemas de automação predial), do coletor, historiador, executor de lógicas, parametrização e uma IHM (Interface Homem-Máquina) com Webserver.

As interfaces de comunicação têm a função de traduzir a linguagem utilizada na comunicação com os pontos de automação e sistema de manutenção.

O módulo coletor tem a função de realizar a leitura dos pontos de automação a cada período de tempo, disponibilizando os dados para os módulos historiador e executor de lógicas.

O módulo historiador tem a função de persistir os dados coletados pelo módulo coletor em uma base de dados temporal.

O módulo executor de lógicas tem a função de verificar os dados fornecidos pelo módulo coletor e historiador para detecção de problemas ou necessidades de preventivas em equipamentos ou dispositivos, de acordo com as parametrizações e regras consultadas no módulo de parametrização e regras. No módulo executor estão contidas as funções matemáticas necessárias para a realização das regras.

O módulo de parametrização e regras disponibiliza os dados parametrizados utilizados pelo módulo executor de lógicas e gerencia a gravação dos dados parametrizados pelo usuário na base de dados de parametrização.

O módulo de Interface com usuário fornece uma interface para que o usuário realize a parametrização do integrador e faça a comunicação com o módulo integrador para que os parâmetros sejam gravados e utilizados pelo executor de lógicas. E também faz interface para a configuração das políticas de acesso a criação, remoção, consulta e modificação de parâmetros e regras.

O módulo controlador de acesso é quem executa o controle de login dos usuários do integrador e que contém e aplica as políticas de segurança definidas pelo usuário.

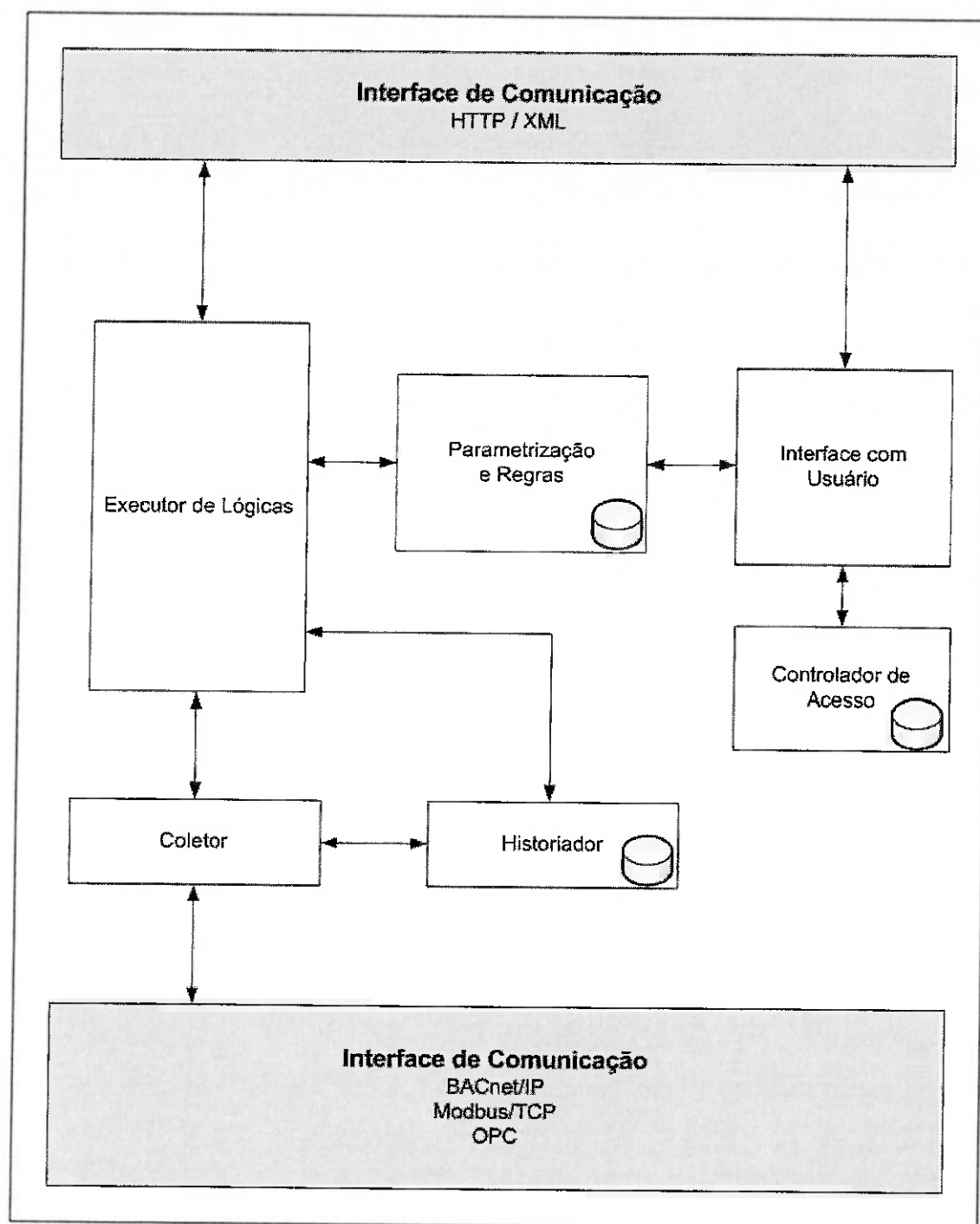


Figura 14: Arquitetura Interna do Integrador

### 3.2.2.3 Diagramas de pacotes e implantação

O diagrama de pacotes fornecerá uma visão geral do sistema do integrador para se possam observar os subsistemas que o compõe.

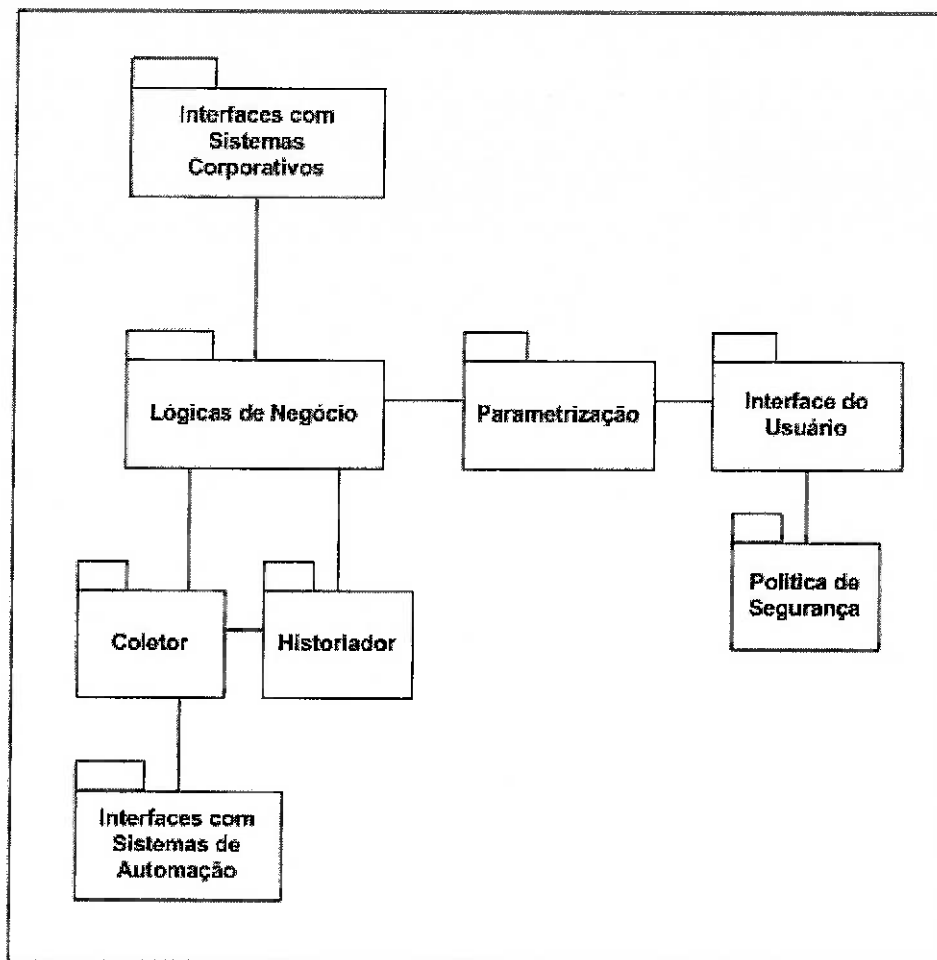


Figura 15: Diagrama de Pacotes

O diagrama de implantação determinará os requisitos físicos necessários para a execução dos componentes constituintes do integrador.

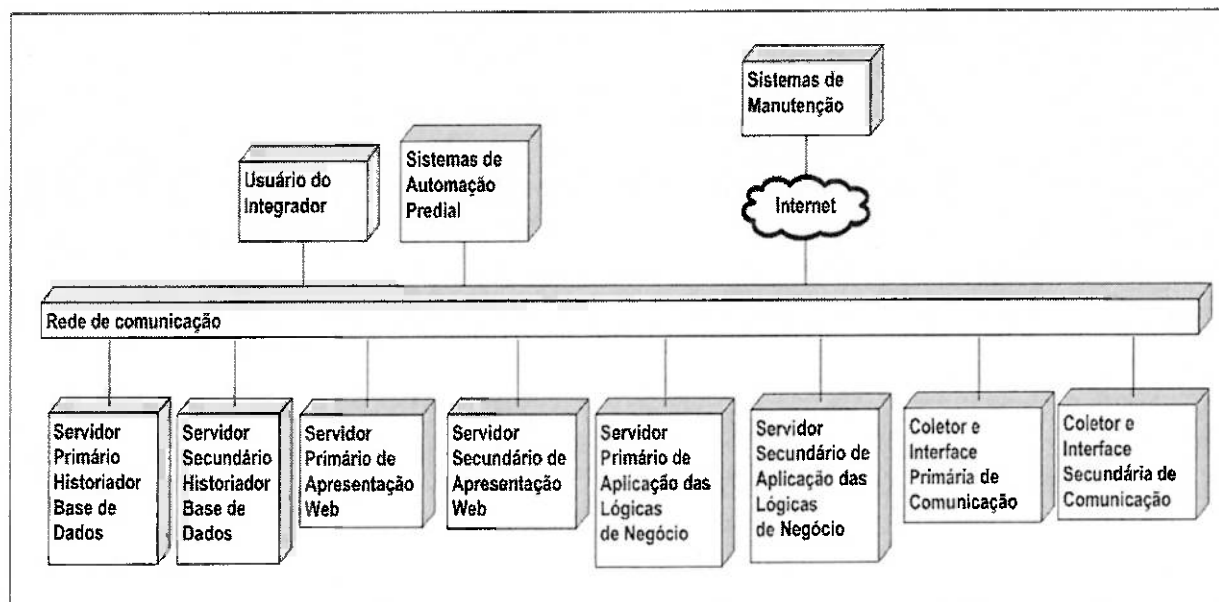


Figura 16: Diagrama de Implementação

#### 3.2.2.4 Documentação

Um novo documento deve ser elaborado no mesmo formato dos anteriores, porém com a descrição desta etapa de projeto no corpo.

O documento deve passar pelo consenso dos envolvidos para aprovação.

#### 3.2.3 *Implementação e teste de unidade*

Nesta etapa serão analisadas as opções de soluções prontas no mercado versus o desenvolvimento próprio que satisfaçam os requisitos do integrador e a seguir um plano de testes para a solução escolhida ou desenvolvida.

##### 3.2.3.1 Pesquisa e benchmarking de soluções do mercado

Para uma pesquisa e comparação de soluções de mercado foram elencados alguns critérios:

- ✓ Atendimento aos requisitos funcionais e não funcionais da aplicação
- ✓ Custos de aquisição e suporte ao produto
- ✓ Acordos de serviços (tempo de atendimento e resolução)
- ✓ Satisfação de clientes que já utilizam o produto do fornecedor

Na pesquisa de mercado foram utilizadas as arquiteturas e diagramas desenvolvidos nas etapas anteriores para a localização de componentes de softwares que atendessem a uma parte ou todas as funções. Dois fornecedores satisfizeram por completo os requisitos definidos, sendo que ambas as soluções oferecem uma divisão similar em forma de módulos, sendo elas: coletor, historiador e notificador. O notificador tem uma interface para a parametrização e criação de regras sendo responsável pela execução das regras e abertura de ordem de serviço. Ambos fornecedores têm boas reputações nas soluções com seus clientes e suporte ao produto através de uma taxa anual.

Comparando os custos de aquisição e manutenção de cada módulo, têm-se os custos mostrados na tabela abaixo:

	Coletor		Historiador		Notificador	
	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 1	Fornecedor 2
<b>Custo de aquisição</b>	R\$ 10.000	R\$ 12.000	R\$ 70.000	R\$ 81.000	R\$ 18.000	R\$ 20.000
<b>Custo de manutenção (por ano)</b>	R\$ 1.300	R\$ 1.000	R\$ 7.000	R\$ 7.500	R\$ 2.000	R\$ 1.300

Tabela 7: Custos dos módulos de cada fornecedor

Efetando o cálculo do custo acumulado no tempo, obtém-se:

Período (anos)	Coletor		Historiador		Notificador	
	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 1	Fornecedor 2
1	R\$ 11.300	R\$ 13.000	R\$ 77.000	R\$ 88.500	R\$ 20.000	R\$ 21.300
2	R\$ 12.600	R\$ 14.000	R\$ 84.000	R\$ 96.000	R\$ 22.000	R\$ 22.600
3	R\$ 13.900	R\$ 15.000	R\$ 91.000	R\$ 103.500	R\$ 24.000	R\$ 23.900
4	R\$ 15.200	R\$ 16.000	R\$ 98.000	R\$ 111.000	R\$ 26.000	R\$ 25.200
5	R\$ 16.500	R\$ 17.000	R\$ 105.000	R\$ 118.500	R\$ 28.000	R\$ 26.500
6	R\$ 17.800	R\$ 18.000	R\$ 112.000	R\$ 126.000	R\$ 30.000	R\$ 27.800
7	R\$ 19.100	R\$ 19.000	R\$ 119.000	R\$ 133.500	R\$ 32.000	R\$ 29.100
8	R\$ 20.400	R\$ 20.000	R\$ 126.000	R\$ 141.000	R\$ 34.000	R\$ 30.400
9	R\$ 21.700	R\$ 21.000	R\$ 133.000	R\$ 148.500	R\$ 36.000	R\$ 31.700
10	R\$ 23.000	R\$ 22.000	R\$ 140.000	R\$ 156.000	R\$ 38.000	R\$ 33.000

Tabela 8: Custos dos módulos de cada fornecedor ao longo do tempo



### **3.2.3.2 Desenvolvimento interno ou terceirizado**

O desenvolvimento do integrador é uma opção a ser analisado através de simulações de valores que irão depender do prazo e recursos estimados para o projeto. Este pode ser desenvolvimento internamente se já houver uma equipe ou senão terceirizado.

Utilizando preços médios de analistas de sistemas e programadores do mercado, pode-se simular custos de acordo com o número de recursos para o projeto e como consequência no tempo de projeto.

### **3.2.3.3 Definição da Estratégia de aquisição, desenvolvimento ou integração de soluções**

A partir dos custos no tempo, pode-se perceber que um fornecedor oferece melhor custo para um determinado módulo com relação ao outro fornecedor em um determinado período. Após análises com os fornecedores, verificado a impossibilidade de integração dos módulos dos dois fornecedores para formação da solução de menor custo, pois a comunicação entre os módulos é realizada através de um protocolo fechado proprietário.

Fazendo-se uma simulação de custos de desenvolvimento em comparação com a aquisição e suporte de uma solução pronta de um fornecedor, e uma análise de riscos inerentes a criação de uma equipe de desenvolvimento, que atualmente não existe na empresa de gerenciamento de facilidades, pode-se chegar a conclusão que aquisição de um software pronto que já atenda por completo os requisitos levantados seja o melhor caminho a ser seguido para a solução proposta.

### **3.2.3.4 Teste de unidade**

Um plano de testes por função e por componente integrante no projeto será criado para minimizar o número de falhas e não conformidades com os requisitos levantados.

No caso de aquisição de softwares do mercado, o teste deve focar nos requisitos funcionais e não funcionais levantados na primeira etapa, e no teste de integração com os sistemas de automação e de manutenção. No caso do

desenvolvimento de software, o teste deve ser mais detalhado para detecção de erros de programação e modelagem de software.

#### **3.2.3.5 Documentação**

O documento de implementação consta a análise de soluções de mercado efetuada anteriormente para aprovação e o motivo da escolha do fornecedor para aquisição e implementação da solução. Outro ponto contido é descrição do plano resultado dos testes efetuados.

O documento deve passar pelo consenso dos envolvidos para aprovação.

#### **3.2.4 *Operação e manutenção***

Antes da implantação, devem ser criados manuais e treinamentos para instalação, operação e manutenção para os envolvidos na operação e manutenção do integrador.

Os envolvidos devem sofrer a reciclagem do treinamento a cada revisão do software e por tempo decorrido do último treinamento.

Um plano de manutenção deve ser criado para o hardware e ambiente que suportam os sistemas integrantes do projeto.

Um documento de análise de riscos e contingências da estrutura do integrador deve ser criado para as tomadas de ação durante falhas.

##### **3.2.4.1 Documentação**

Faz parte da documentação final os manuais, procedimentos e treinamentos para instalação e operação e do plano e procedimento de manutenção e de contingência para tomada de ação em caso de falhas.

### 3.3 RESULTADOS

Espera-se obter com a integração o uso pleno das informações disponibilizadas pelos sistemas de automação predial a fim de suportar os processos de negócio do gerenciamento de facilidades.

Pode-se observar nesta aplicação uma gama enorme de regras e lógicas que podem ser desenvolvidas dentro do integrador a fim de se gerar ordens de serviço para a manutenção predial e de sistemas, tornando o processo de detecção e prevenção de falhas mais ágil.

Pode-se observar que com a especificação de um processo de desenvolvimento é possível diminuir a dependência das pessoas com maior experiência no assunto tornando este reutilizável por outras pessoas para inclusão de novos processos de negócio no integrador.

A maior dificuldade encontrada é a localização de diversidade de softwares prontos no mercado que atendam por completo os requisitos exigidos pelo integrador proposto. Apenas dois softwares de mercado atendem os requisitos da aplicação proposta e que ainda podem oferecer recursos necessários para abranger diversos outros processos de negócio que sejam necessários futuramente. Ou seja, os custos destes softwares ainda são elevados por conta da falta de concorrência e da demanda do mercado, que procura por uma solução inteligente que integre os dados para trazer benefícios competitivos.

A opção de se desenvolver um integrador com as funcionalidades necessárias para os diversos processos de negócio que o gerenciamento de facilidades necessita é algo complexo, de custo e risco elevado, sendo preteridos softwares prontos como os encontrados, que apesar de um custo alto a primeira vista, ainda é a melhor opção para maior rapidez de implementação e entrega de resultados, desde que sejam aderentes aos processos de negócio definidos.

## 4 CONCLUSÕES

Considera-se que o objetivo do trabalho foi alcançado, pois com o processo de desenvolvimento proposto, o integrador pode ser implementado na prática para ajudar a suportar os objetivos do gerenciamento de facilidades.

Para um bom projeto de desenvolvimento do integrador deve-se ter um bom conhecimento dos processos de negócio do gerenciamento de facilidades e de automação predial.

A partir da definição de um segundo processo de negócio, pode-se utilizar o modelo de processo de desenvolvimento evolucionário, pois a estrutura do integrador já estará pronta e será necessário apenas uma revisão dos requisitos específicos para o processo em questão e sua implementação que gerará uma nova versão do integrador com a agregação de novas funções.

Com a criação e inclusão de novos processos de negócio do gerenciamento de facilidades no módulo integrador, este tenderá a uma arquitetura orientada a serviço (SOA), sendo seus objetos otimizados para possibilitar este novo formato mais genérico e reutilizável. Estes serviços poderão ser utilizados pela operação para tratativa de alarmes; pelo gerente para o próprio gerenciamento de ativos, de chamados e de consumo de insumos, emissão automática de boletos através do rateio de consumo de insumos; pelos condôminos para abertura e acompanhamento de chamados de ar condicionado; pela manutenção para atendimento e fechamento dos chamados e pelos síndicos, proprietários e acionistas para acompanhamento da saúde e efetividade do edifício.

Este trabalho pode ser considerado como apenas o início de um trabalho maior que é a implementação real desta integração, na qual não foi possível diante do tempo exigido. Para trabalhos futuros espera-se a implementação e teste deste processo para validação real dos benefícios, e o estudo da criação de uma arquitetura orientada a serviços na qual o integrador poderá situar-se na nuvem, fornecendo serviços para diversos gerentes e aplicações de facilidades de diversos sites do mundo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECERRA, J.L.R. **Aplicabilidade do padrão de processamento distribuído e aberto nos projetos de sistemas abertos de automação**, Tese de doutorado em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1998.

**BPMN Handbook**, Disponível em: [http://bpmnhandbook.com/01\\_BPMN.html](http://bpmnhandbook.com/01_BPMN.html)

Acesso em: 10 nov. 2011.

Frost & Sullivan, **North American Building Automation Systems Protocol Analysis**, Frost & Sullivan Research Service, 2002. Disponível em: <http://www.frost.com/prod/servlet/report-brochure.pag?id=A143-01-00-00-00>.

Acesso em: 03 nov. 2011.

**International Facilities Management Association**, Disponível em <http://www.ifma.org/resources/what-is-fm/default.htm>

Acesso em: 09. nov. 2011

LAUDON, J. P.; LAUDON, K. C. **Sistemas de Informação Gerenciais**, 7ª Edição, Makron Books, 2007.

MAY, A.; Eschenbaum, F.; Breitenstein, O. **Projektentwicklung im CRE-Management**: Leitfaden zur Abschöpfung von Wertsteigerungs- und Kostensenkungspotentialen im Flächenmanagement. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1998.

**oBIX, Open Building Information eXchange**. Disponível em: <http://www.obix.org>.

Acesso em: 30 out. 2011.

QUINELLO, R.; NICOLETTI, J.R., **Gestão de facilidades: aprenda como a integração das atividades de infra-estrutura operacional de sua empresa pode criar vantagem competitiva**, São Paulo, Novatec Editora, 2006.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**, 8ª Edição, Pearson Education, 2007.

WANG, S.; XU, Z.; CAO, J.; ZHANG, J. **A middleware for web service-enabled integration and interoperation of intelligent building systems**, Automation in Construction 16, p. 112-121, 2007.