



**ARQUITETURA EM REDE DE COMPARTILHAMENTO DE
LABORATÓRIOS ON-LINE**

JOSELICE FERREIRA LIMA

**TESE DE DOUTORADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ARQUITETURA EM REDE DE COMPARTILHAMENTO DE
LABORATÓRIOS ON-LINE**

JOSELICE FERREIRA LIMA

ORIENTADOR: LUIZ FERNANDO RAMOS MOLINARO

TESE DE DOUTORADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PUBLICAÇÃO

BRASÍLIA/DF: AGOSTO - 2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ARQUITETURA EM REDE DE COMPARTILHAMENTO DE
LABORATÓRIOS ON-LINE**

JOSELICE FERREIRA LIMA

**TESE SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA
ELÉTRICA.**

APROVADA POR:

Prof. Dr. Luís Fernando Ramos Molinaro (ENE-UnB)
(Orientador)

Prof. Dr. Francisco Sierra Caballero (Universidad de Sevilla)
(Examinador Externo)

Prof. Humberto Abdala Júnior (UnB - professor do programa)
(Examinador Interno)

Prof^a. Dr^a.Daniela Fávaro Garrossini (UnB)
(Examinador Interno)

Prof^a. Dr^a. Dianne Magalhães Viana (ENE)
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Ricardo Fragelli
(Suplente)

BRASÍLIA/DF, AGOSTO de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

LIMA, JOSELICE FERREIRA.

Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line [Brasília-DF, 2013].

165 p., 297 mm (ENE/FT/UnB, Doutor, Engenharia Elétrica, 2013).

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Arquitetura

2. Redes

3. Laboratórios On-line

4. Integração de Laboratórios

I. ENE/FT/UnB.

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, J. F. (2013) Arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line. Tese de Doutorado, Publicação PPGEE-TD 078/2013. Agosto/13, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília- DF, 165 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Joselice Ferreira Lima

TÍTULO DA TESE Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line

GRAU: Doutor

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Tese de Doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa Tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Joselice Ferreira Lima
Rua Dom Prudêncio Gomes, 375/504, Coração Eucarístico
CEP 30535.580 – Belo Horizonte - MG - Brasil

AGRADECIMENTOS

Ao concluir mais esta etapa de minha vida, eu tenho muito a agradecer.

Agradeço a Deus, primeiramente, pela oportunidade de alcançar grandes benefícios na escolha deste caminho, pela convivência e conquista de amizades, pelo meu amadurecimento pessoal e também pelos horizontes que hoje vivo e percebo diante de mim.

Ao orientador, Prof. Dr. Luís Fernando Ramos Molinaro pelo incentivo, por suas intervenções e sugestões durante a formulação desta tese.

A Prof.^a Dr.^a Daniela Favaro Garrossini, pelo apoio e incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos professores Dr. Humberto Abdalla, Prof. Dr. Francisco Sierra Caballero, Dr.^a Dianne Viana, Dr. Ricardo Fragelli que ao comporem a banca examinadora, compartilham seus conhecimentos para o aperfeiçoamento do trabalho desenvolvido.

Ao Professor Dr. Carlos Augusto Paiva Martins (PUCMinas) pela colaboração e contribuição no desenvolvimento desta pesquisa, por compartilhar o seu conhecimento na resolução de problemas em laboratórios e incentivar esta pesquisa. Suas ideias e sugestões contribuíram de forma decisiva para o meu crescimento acadêmico e profissional.

À Universidade de Brasília (UnB), especialmente ao Programa de Pós-Graduação da Engenharia Elétrica (PPGEE), por oferecer-me a possibilidade de ter realizado um curso no nível de Doutorado.

Ao Instituto Federal Norte de Minas Gerais (IFNMG), pela oportunidade que me foi dada de fazer o Doutorado.

À Coordenação de Apoio à Pesquisa e Ensino Superior (CAPES), por conceder-me uma bolsa de auxílio à pesquisa.

A toda minha família, aos meus pais Alipio e Diolice Lima; aos meus irmãos: Doralice Lima (*in memorian*), José Vandir Lima, Vanda Maria Lima, Marcia Lima e os demais Gabriel Lima Freitas, Gustavo Lima Freitas, José Francisco Freitas, Roberto Calaça, Maria Fernanda, Felipe Lima, André Lima;

Aos amigos e suas imensuráveis contribuições: Eleonara Borges, Clóvis, Clélio Parreira, Daniel Basconcellos, Francismar Torres, Gustavo Caran, João Medrado, Marcos Arrais, Maria Amélia e Maria da Glória quero exprimir os meus mais sinceros votos de gratidão por compartilhar dos momentos mais difíceis. Só vocês sabem!

Aos amigos que suportaram o meu mau humor: Anne Caroline, Cléia Gomes, Daniel, Gláucia Pedrosa, João Paulo Monteiro, Luiz Carlos, Rose Lousada, Rosângela Monteiro, Rubia Scorcart, Samuel, Stefanni, Socorro Castro, Suely.

Aos colegas do IFNMG: Ana Neta, Aldir do Rosário, Alisson Castro, Antônio Carneiro, Aparecida Colares, Cláudio Montalvão, Dilma Moraes, Elza Calixto, Fabiano Matos, Francisco Barros, Idemar Magalhães, Luiz Gonzaga, João Carneiro, Roberto Wagner, Rônety Acácio e Ronaldo Sampaio, pelo apoio.

Aos colegas do PPGEE e pesquisadores do Núcleo de Multimídia e Internet (NMI) – Adriana Gomes, Alaor, Ana Carolina Kalume, Cláudio Couto (*in memorian*), Cláudia Openkoski, Danielle Silva, Douglas Freitas, Eliane, Eliomar Lima, Flávio Elias, Karla Couto, Karol Ramos, Laerte Peotta, Layanni, Marcelo Fernandes, Marcelo Castro, Mariana Lustosa, Mariela Muruga, Rodrigo, Paulo, Odilon Brás e Tomás Orland.

É difícil expressar em palavras o que sinto hoje. Certamente, “Obrigada” não será suficiente para agradecer a todos que me ajudaram nesta longa e árdua jornada. Por isso, cada palavra ou gesto ficarão marcados para sempre pela amizade que nasceu. Mesmo assim, gostaria de exprimir os meus mais sinceros votos de gratidão para com todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que esta tese pudesse ser realizada.

Até o próximo desafio!

A todos: MUITO OBRIGADA!

O melhor da vida é a conversa, e o maior sucesso é a confiança ou o perfeito entendimento entre pessoas sinceras. A conversa é nossa avaliação de nós mesmos... É a vazão do caráter tanto quanto dos pensamentos... É o laboratório do estudante.

(Ralph Waldo Emerson) .

DEDICACÃO

A minha família, que são alicerces dessa obra.

RESUMO

Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios on-line.

Autor: Joselice Ferreira Lima

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Ramos Molinaro

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

Brasília, Agosto de 2013.

Os cursos que necessitam de aplicação da teoria na prática lidam com dificuldades para implementar e manter laboratórios experimentais. O uso de laboratórios on-line proporciona aos usuários independência sobre a presença do indivíduo neles atuantes, característica inerente aos laboratórios ditos convencionais. As práticas *online* oportunizam a formação de procedimentos experimentais e implicam na necessidade de recursos integrados de laboratórios para torná-los operacionais. A falta de uma estrutura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line, a carência de recursos colaborativos, aliado a insuficiência de espaço de armazenamento dos dados oriundos das práticas experimentais dificulta o uso de recursos on-line. Diante disso, propõe uma arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line a ser empregada como diretriz para o desenvolvimento e a disponibilização de serviços de laboratoriais voltados a práticas experimentais didáticas direcionadas para o ensino e pesquisa. Utilizou-se princípios de rede de valor, estruturação em camadas e o *framework e-TOM* na sua operacionalização. Para verificar a sua viabilidade, optou-se pela construção de um protótipo de um portal, denominado de Brlab, integrado ao Moodle. Integrou-se o laboratório de sensor com acesso remoto e realizou-se uma prática demonstrativa. Como resultado, mostra-se que o conjunto das soluções adotadas comprova a capacidade da arquitetura em atender aos requisitos já identificados e evoluir para incorporar novas características de uma rede de compartilhamento. Concluiu-se que a solução apresentada valida a proposta da arquitetura, o que o torna viável para a aplicação em um ambiente real. A principal contribuição desta tese consiste, justamente, na proposição da Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line.

Palavras-chave: arquitetura, redes, laboratórios on-line, lms.

ABSTRACT

Architecture Network Sharing Laboratories Online

Author: Joselice Ferreira Lima

Supervisor: Prof. Dr. Luís Fernando Ramos Molinaro

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

Brasília, August of 2013

It is difficult to implement and maintain experimental laboratories for courses that require them. The use of online virtual labs allows students to practice typical laboratory scenarios without requiring a full physical laboratory and actual laboratory staff. The online practicing nurtures the creation of experimental procedures and implies the need for integrated laboratory resources to make them operational. The absence of the ability to share virtual labs, the lack of collaboration features and insufficient storage for the data created is an obstacle to the goal of creating and implementing these virtual labs. Therefore, we propose an infrastructure architecture for virtual labs that can be used as a framework for development and provide an environment for teaching and research. The principles used to create this plan were an analysis of the value proposition, modularization of the problem, and the Business Process Framework approach (e-TOM). To evaluate feasibility, a prototype portal called Brlab was created and integrated with Moodle. It connected sensors in the laboratory with remote access for demonstration of practical labs. As a result, the whole adopted solutions show the capacity of architecture on meeting the requirements that were identified and the ability to evolve and incorporate new network sharing features. The proposed architecture was validated for use in a real world environment. The work has resulted in the finished product we call Architecture Network Sharing Laboratories Online.

Keywords: architecture, laboratories Online, network, lms.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO.....	3
1.2	OBJETIVO GERAL.....	6
1.2.1	Objetivos Específicos.....	6
1.3	JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÕES.....	7
1.4	ESTRUTURA DA TESE.....	8
2	REDES ORGANIZACIONAIS: UMA VISÃO DA SUA CONSTITUIÇÃO	10
2.1	REDES ORGANIZACIONAIS.....	10
2.1.1	Fatores que Contribuem na Formação das Redes.....	13
2.1.2	Características das Redes Organizacionais.....	17
2.1.3	Rede de Valor: uma Opção de Organização.....	21
2.1.4	Gestão das Redes.....	24
2.1.5	Um Enfoque em Análise de Redes.....	25
3	CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA ARQUITETURA EM REDE.....	27
3.1	CONCEITOS E DEFINIÇÕES: ARQUITETURAS E <i>FRAMEWORK</i>	27
3.1.1	Arquitetura em Camadas.....	27
3.1.2	<i>Framework</i> e-TOM.....	29
3.1.2.1	Estrutura dos Processos do e-TOM: vertical.....	31
3.1.2.2	Estrutura dos Processos do e-TOM: horizontal.....	32
3.1.2.3	Processos de Gerência Empresarial.....	33
3.1.3	A Questão da Integração.....	33
3.1.3.1	MOODLE - <i>Modular Object Oriented Developmental</i>	35
3.1.3.2	SCORM - <i>Sharable Content Object Reference</i>	36
4	AMBIENTES DE LABORATÓRIOS	38
4.1	LABORATÓRIOS NO ENSINO DE ENGENHARIA.....	38
4.1.1	Classificação dos Laboratórios.....	39
4.1.1.1	Laboratórios Remotos (LRs):.....	39
4.1.1.2	Laboratórios Virtuais (LVs).....	40

4.1.1.3	Laboratórios Híbridos (LHs).....	41
4.1.2	As Possibilidades de Compartilhamento de Laboratórios	44
4.1.3	Tendências em Ambientes de Laboratórios	48
4.1.4	Trabalhos Analisados	49
4.1.4.1	Projeto ILABS (Instituto de Tecnologia - Estados Unidos).....	50
4.1.4.2	Projeto LILA (Universidade de <i>Stuttgart</i> – Alemanha).....	52
4.1.4.3	Projeto PhET – (Universidade de Colorado – Estados Unidos).....	55
4.1.4.4	Projeto LabShare (Universidade de Tecnologia de Sydney - Austrália)	57
5	ABORDAGEM METODOLÓGICA	62
5.1	ETAPAS DOS PROCEDIMENTOS.....	62
5.1.1	Desenvolvimento dos Elementos Constitutivos de uma Arquitetura.....	63
5.1.1.1	Construção do Brlab	64
5.1.2	O Procedimento de Análise de Rede.....	72
5.1.1.2	Indicadores de Análise de Redes	72
6	ESPECIFICAÇÃO DE UMA ARQUITETURA EM REDE DE COMPARTILHAMENTO DE LABORATÓRIOS ON-LINE.....	75
6.1	O PROCESSO DE ESTRUTURAÇÃO DA ARQUITETURA	75
6.1.1	Atributos de uma Rede de Laboratórios	76
6.1.2	A Estrutura da Arquitetura.....	78
6.1.3	Camada de Relacionamentos	79
6.1.3.1	Gerência de Relacionamento com o Usuário e Fornecedor	82
6.1.4	Camada de Provisionamento	84
6.1.4.1	Gerência e Operações de Serviços.....	85
6.1.5	Camada de Infraestrutura	87
6.1.5.1	Gerência e Operações de Recursos.....	88
6.1.6	Considerações na Aplicação da Arquitetura	91
7	BRLAB: VERIFICAÇÃO DA PROPOSTA DE ARQUITETURA A PARTIR DA PROVA DE CONCEITO FUNCIONAL	93
7.1	DEFINIÇÃO DO SISTEMA.....	93
7.1.1	Classificação dos Atores.....	96
7.1.2	A Análise do Modelo de Rede	99
7.2	A VISÃO GERAL DO BRLAB.....	103

7.2.1	Laboratórios em Rede: Laboratório de Sensor	105
7.3	O BRLAB	107
7.3.1	Gestão da Informação	107
7.3.2	A Sustentabilidade	108
7.3.3	Serviços Disponibilizados	109
7.3.4	A Estruturação da Camada de Relacionamento	112
7.3.4.1	Gerência de Relacionamento com o Usuário	113
7.3.5	A Estruturação da Camada de Provisionamento	113
7.3.5.1	Gerência e Operações de Serviços.....	114
7.3.6	A Estruturação da Camada de Infraestrutura	115
7.3.6.1	Gerência e Operações de Recursos.....	116
7.3.7	Demonstração de uma Prática	117
8	ANÁLISE DOS RESULTADOS	123
8.1	A VISÃO DE APLICAÇÃO DA ARQUITETURA	123
8.1.1	A Visão da Sustentabilidade do Brlab	126
8.1.2	Brlab: O Papel de Integrador	127
8.1.3	Resultado com a Demonstração de uma Prática	131
8.1.4	Brlab em Comparação aos Trabalhos Analisados	133
8.1.5	As Possibilidades e Tendências Advindas das Estruturas em Rede	137
9	CONCLUSÃO	142
9.1	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	143
9.2	CONTRIBUIÇÕES DA TESE.....	146
9.3	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	146
9.4	CONCLUSÃO GERAL DA PESQUISA	147
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
	ANEXO 1: CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS DO BRLAB	162
	ANEXO 2: FRAGMENTO DE CÓDIGO	165

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Fatores determinantes para a formação de redes.....	15
Quadro 2.2: Fatores relevantes para o estabelecimento de redes	16
Quadro 2.3: Síntese dos atributos de redes.....	18
Quadro 2.4: Classificação das redes	20
Quadro 3.1: Requisitos de um objeto SCORM	37
Quadro 4.1: Laboratórios remotos: vantagens <i>versus</i> desvantagens	40
Quadro 4.2: Laboratórios virtuais: vantagens <i>versus</i> desvantagens	41
Quadro 4.3: Serviços disponibilizados pelo Ilabs.....	51
Quadro 4.4: Serviços disponibilizados pelo Lila	53
Quadro 4.5: Serviços disponibilizados pelo Phet	56
Quadro 4.6: Serviços disponibilizados pelo Labshare	58
Quadro 4.7: Serviços disponibilizados pelo Ilabs, Lila, Phet, LabShare	59
Quadro 5.1: Propriedades de um laboratório on-line.....	68
Quadro 5.2: Propriedades de um experimento.	69
Quadro 5.3: Indicadores de redes sociais	73
Quadro 6.1: Descrição das camadas: relacionamento, provisionamento e infraestrutura.....	78
Quadro 6.2: Proposta de serviços a serem disponibilizados	81
Quadro 6.3: Laboratórios on-line.....	84
Quadro 6.4: Quantidade de acessos permitidos em cada laboratório para cada campi/dia.....	85
Quadro 7.1: Resultado da aplicação da ARS.....	97
Quadro 7.2: Serviços disponibilizados pelo Brlab.....	112
Quadro 7.3: Capacidade do laboratório de sensor	114
Quadro 9.1: Lista de problemas <i>versus</i> solução encontrada	144

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Visão em camadas	28
Figura 3.2: <i>Framework</i> e-TOM – Modelo de referencia	31
Figura 4.1: Classificação dos laboratórios	42
Figura 5.1: Etapas da organização da informação	67
Figura 6.1: Gerência de relacionamento com usuário	82
Figura 6.2: Gerência e Operações de Serviços	86
Figura 6.3: Gerência e Operações de Recursos	88
Figura 6.4: Representação das camadas e gerências agrupadas	91
Figura 7.1: Matriz de relacionamento	96
Figura 7.2: Rede formada por todos os atores e seus relacionamentos.....	98
Figura 7.3: Visão geral.....	104
Figura 7.4:Tipo de rede estrela	104
Figura 7.5: Laboratório de sensor	106
Figura 7.6: Acesso ao laboratório de sensor.....	110
Figura 7.7: Página inicial do Brlab	118
Figura 7.8: Escolha do laboratório.....	119
Figura 7.9: Agendar experimento	119
Figura 7.10: Adicionar experimento	120
Figura 7.11: Dados coletados	120
Figura 7.12: Lista de experimentos realizados	121
Figura 8.1: Camadas e gerências	125
Figura 8.2: Laboratórios analisados.....	134

LISTA DE SIGLAS

AC	- Arquitetura Corporativa
AE	- Arquitetura Empresarial
AI	- Arquitetura da Informação
AICC	- <i>Aviation Industry CBT - Computer-Based Training</i>
ARCL	- Arquitetura de Rede de Compartilhamento de Laboratórios on-line
DC	- <i>Dublin Core</i>
e-TOM	- <i>enhanced Telecom Operations Map</i>
HTML	- <i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	- HyperText Transfer Protocol
GC	- Gestão do conhecimento
FTP	- <i>File Transfer Protocol</i>
LH	- Laboratório Híbrido
LILA	- <i>Library of Labs</i>
LLOS	- <i>LiLa learning objects</i>
LMS	- <i>Learning Management System</i>
LR	- Laboratório Remoto
LV	- Laboratório Virtual
IEEE	- Instituto de Engenharia Eletro Eletrônica dos Estados Unidos
IHC	- Interação Humano-Computador
IFNMG Gerais	- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais
IMS	- <i>Instructional Management System</i>
JPEG	- <i>Join Photographic Experts Group</i>
MIT	- <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MOODLE	- <i>Module Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
PhET	- <i>Interactive simulations</i>

RNP	- Rede Nacional de Pesquisa
SCORM	- <i>Shareable Courseware Model</i>
SGBD	- Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados
SGI	- Sistema de Gerenciamento da Informação
SOA	- Service Oriented Architecture
SRI	- Sistema de Recuperação de Informação
TI	- Tecnologia da Informação
TIC	- Tecnologia da Informação e da Comunicação
W3C	- <i>World Wide Web Consortium</i>
UnB	- Universidade de Brasília
URI	- <i>Uniform Resource Identifiers</i>
URL	- <i>Universal Resource Name</i>
XML	- <i>eXtensible Markup Language</i>

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço do desenvolvimento científico e tecnológico é possível observar uma demanda por novas formas de organização da informação. A tendência é que a capacidade de produção de conhecimento, a partir da utilização de informação cada vez mais disponível, alcance níveis sequer imaginados. Surge uma nova organização de pessoas e de redes entre pessoas que se comunicam utilizando diversos canais, nos quais dados e informações podem ser trocados e aplicados. Especificamente no meio acadêmico, Veen et al. (2010) destacam que a atual geração de estudantes cresceu com as modernas tecnologias de comunicação, sendo responsável por moldar novas formas de comunicação e de compartilhamento de informações, pautadas nas estratégias de construção coletiva do conhecimento.

No contexto das universidades, os cursos de Engenharia lidam com a necessidade de se desenvolverem mecanismos de ensino e aprendizagem que alinhem o conhecimento teórico ao prático. Para tanto, a ideia de criação e desenvolvimento de conhecimento colaborativo apresenta-se como uma proposta viável para as áreas de Ciências e Engenharia, em que as atividades acadêmicas envolvem uma multiplicidade de disciplinas com foco tecnológico, fazendo com que o resultante dessas práticas oportunize a formação de procedimentos experimentais.

É crescente o uso de laboratórios experimentais, sejam Laboratórios Remotos (LRs), Laboratórios Virtuais (LVs) ou Laboratórios Híbridos (LHs), geralmente denominados de laboratórios on-line, um dos grandes responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias, produtos e serviços tão presentes no cotidiano das pessoas. O fato é que, nos ambientes de laboratórios, está a capacidade de gerar e disseminar conhecimentos, de modo a fomentar novas descobertas e suas aplicações.

Importa ressaltar que, em muitos casos, o conhecimento teórico não é suficiente para elucidar um problema e precisa de um conhecimento prático, o que necessita do uso de laboratórios. Às vezes fica inviável para uma instituição de ensino e pesquisa adquirir um laboratório para atender a um curso ou uma disciplina, ou mesmo capacitar seus funcionários. Neste sentido, o uso de laboratórios on-line ameniza tal situação ou até supre, de maneira integral, a demanda.

Constatou-se que existe uma quantidade significativa de laboratórios on-line na *web*, nos quais a maioria dos experimentos disponibilizados nos ambientes é construída sem uma abordagem comum de interoperabilidade, considerando-se o modo como cada ambiente de experimentação desenvolve seus laboratórios e suas interfaces de comunicação (Gravier,

2008; Gomes et al., 2009; Zutin et al., 2010), o que contribui para a dificuldade de uso compartilhado.

Na maioria dos laboratórios on-line, nota-se também que os sistemas e tecnologias podem variar de um para outro, dificultando o compartilhamento de recursos, a falta de padronização das informações dos diferentes sistemas que estão dispersos e não apresentam conexão entre si. Os sistemas nos ambientes de laboratórios são desenvolvidos isoladamente, como se trabalhassem de maneira independente, o que normalmente dificulta ou impede a recuperação e o uso das informações.

As causas desses problemas percebidos por alguns pesquisadores: Ma et al., (2006) podem ser entendidas como: a preocupação quanto ao desenvolvimento de soluções específicas, formuladas por profissionais focados em encontrar uma solução capaz de atender a uma demanda localizada e também o desenvolvimento das soluções por equipes diferenciadas, sem que se tenha a preocupação com a padronização, ou mesmo o intercâmbio de informações, haja vista a carência de laboratórios on-line integrados com *Learning Management System* (LMS)¹.

Bochicchio et al. (2010) afirmam que atualmente a integração de laboratórios remotos com LMS tornou-se um tema relevante entre os pesquisadores que investigam tecnologias para a aprendizagem, em especial nas engenharias, em função da necessidade de se disponibilizarem tais recursos para acesso a distância, haja vista que a primeira geração de Laboratórios Remotos demonstrou a viabilidade e a eficácia na disponibilização de recursos experimentais como suporte na aplicação da teoria na prática, mas com dois inconvenientes: a falta de integração de laboratórios remotos com LMS e a falta de interação síncrona entre seus usuários (professores, pesquisadores e alunos).

Neste sentido, compreende-se a necessidade de construir laboratórios on-line integrados com LMS para que se ampliem as possibilidades de uso dos recursos advindos de tais sistemas e, a partir da análise e mapeamento das estruturas institucionalizadas de redes, proporem-se sistemas baseados no compartilhamento de suas infraestruturas de laboratórios existentes, ampliando, desta forma, a sua utilização.

Tal afirmação é primordial para a escolha do tema e justifica a criação de mecanismos que orientem o desenvolvimento de estruturas que suprirão a necessidade na disponibilização de laboratórios on-line, organizados numa estrutura em rede. Percebe-se que

¹ LMS são sistemas que reúnem soluções para criação e estruturação de cursos na modalidade a distância.

a falta de uma estruturação em rede implica, para as instituições de ensino, no aumento de custos na construção e manutenção de laboratórios convencionais, o que leva, hoje, à realidade de ambientes de experimentação reduzidos nas universidades e centros de pesquisa.

Porém, a falta de compartilhamento traz, para os usuários, restrição ao uso dos recursos dos laboratórios, limitando-os aos já disponibilizados em suas instituições de ensino e pesquisa dificultando, assim, a troca de dados e informações.

A fim de que haja uma mudança significativa e a quebra dos paradigmas das estruturas de instituições de ensino e pesquisa, novos caminhos para a construção e utilização das infraestruturas de laboratórios experimentais devem ser apresentados, com o intuito de ampliar a sua utilização. Somado a isto, pode-se citar, ainda, a possibilidade de organização das informações produzidas nos ambientes de laboratórios em rede.

O foco central desta tese se dá sob a perspectiva de construção de uma estrutura que possa agregar as demandas advindas das instituições de ensino, bem como dos usuários. O conjunto de problemas apontados a partir da falta de uma estrutura em rede de laboratórios, perpassando pela falta de uma padronização dos recursos na troca de informações, eleva o custo de manutenção e desenvolvimento de laboratórios, dispersa o conhecimento gerado e traz dificuldade de uso das informações geradas nos ambientes dos laboratórios on-line.

Em síntese, a ideia é que o estudo possa contribuir com o estabelecimento de novos caminhos para a melhoria do compartilhamento de laboratórios on-line, melhorando a disponibilidade de práticas experimentais.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

A ideia inicial para este projeto de pesquisa foi estudar o tratamento dos dados produzidos nos ambientes de Laboratórios on-line direcionados ao ensino e pesquisa, partindo-se do princípio de que os dados produzidos nas práticas didáticas poderiam contribuir nos processos de ensino e aprendizagem, de forma a ampliar a participação dos usuários na construção de uma base de dados e de insumo para trabalhos subsequentes.

Numa análise histórica sobre o uso de laboratórios didáticos, com foco nas Engenharias, Ma et al. (2006) fazem citação de trabalhos tais como: Lee et al. (1972), que pesquisaram vinte universidades britânicas sobre as mudanças nos laboratórios de ensino e pesquisa, tendo informado que os objetivos mal definidos das práticas experimentais, juntamente com a escassez de laboratórios nos cursos de Engenharia, estavam comprometendo a formação profissional; Hofstein e Lunetta fizeram uma análise crítica do ensino em laboratório, em 1982 e mais de vinte anos depois, em 2004, e chegaram à

conclusão de que, neste período, não houve nenhuma mudança significativa nos processos de ensino nos laboratórios dedicados ao ensino e pesquisa. Concluíram que muitos dos problemas discutidos em 1982, ainda permaneciam sem solução, como por exemplo, a carência de laboratório para a realização das práticas experimentais.

Outro estudo desenvolvido sobre o tema foi o de Gravier et al. (2008), que pesquisaram 42 diferentes publicações sobre laboratórios remotos e constataram que cada projeto implementa sua arquitetura própria, sem reutilização, seja para fins educacionais ou industriais. Constataram ainda, que os laboratórios oferecem soluções autônomas, com capacidades limitadas, podendo ou não, cooperar com outras plataformas, não estando, assim, incorporando recursos advindos da evolução da web, mas continuam apontando a carência de laboratórios para a realização das práticas.

Em Gustavsson et al. (2009) aponta-se experiência de uso de bancadas de prototipagem do Projeto Visir (Sistemas de instrumentação realidade virtual), que juntamente com a *National Instruments* nos EUA, é uma plataforma aberta do Instituto de Tecnologia de *Blekinge*, localizado na Suécia, que tenta aumentar a utilização de laboratórios mediante o compartilhamento dos equipamentos entre universidades - projeto já implementado no Campus de Viena, na Áustria, e da Universidade de *Deusto*, na Espanha. Disponibiliza experimentos na área de Engenharia Elétrica.

Corroborando com esse discurso, Orduna et al. (2012) apontam as dificuldades no compartilhamento de laboratórios para as aulas práticas nos cursos de Engenharia, em função dos recursos escassos de laboratórios; trazem também as experiências (em fase experimental) à integração entre os laboratórios do Weblab-Deusto com iLab (MIT), bem como a integração do iLab (MIT) com o Weblab-Deusto, com tecnologias diferentes. No estudo, apresenta-se a integração entre laboratórios de acesso remoto. Enquanto a questão da tecnologia está evoluindo para a integração entre laboratórios, com o propósito de reduzir custos, maximizar o uso e compartilhar tecnologia, a questão da integração de laboratórios com recursos colaborativos ainda é pouco utilizada.

Neste sentido, Bochicchio et al. (2010) destacam que as plataformas laboratoriais remotas estão ficando maduras e observam que a maioria ainda é construída sem uma abordagem de compartilhamento e, também, defendem que as pesquisas para integrar laboratórios remotos com LMS não foram exploradas, pelo fato de que os primeiros LMS geralmente eram de domínio proprietário, sistemas muitas vezes não personalizáveis. Isso explica porque a pesquisa realizada por cientistas concentrou-se em laboratórios operacionais,

sem ênfase na integração com LMS, acarretando numa dificuldade observada na oferta de disciplinas de cursos que necessitam de práticas laboratoriais on-line.

Percebe-se, nos laboratórios de ensino e pesquisa, a necessidade de se promoverem soluções que possibilitem o seu compartilhamento e a reutilização das informações por parte dos usuários, sendo alunos, professores e pesquisadores. Diante disso, a formação de redes interinstitucionais baseadas no compartilhamento de laboratórios entre instituições é uma alternativa viável de ser instituída. Na medida em que os laboratórios aderem-se à estrutura em rede, nota-se a tendência de esses laboratórios alterarem suas estruturas, mudarem suas formas de operacionalização e agregarem outras funções. Uma das alterações é a forma de disponibilizar seus produtos e serviços. A estrutura em rede tende a seguir normas bem definidas com estratégias em conjunto. A adesão a outros laboratórios para ofertar serviços de laboratórios e a necessidade de assegurar a operação e o provimento dos serviços com excelência e agilidade provoca uma revisão nos processos de operacionalização na identificação de oportunidades e nos benefícios gerados nas estruturas em redes.

A estrutura em rede, que já foi aplicada para auxiliar a resolver problemas em outros tipos de organizações, já serviu de base para propor cenários de formação de rede de pequenas empresas, redes interorganizacionais, redes de desenvolvimento em bioinformática, redes de pesquisas em ecossistemas e redes de pesquisas de genoma. Na área de ensino e pesquisa, projetos relacionados a construção de redes de laboratório on-line em organizações educacionais, por exemplo, os ambientes de laboratórios on-line da Comunidade Europeia, que por meio do Consórcio de Laboratório Global Online (GOLC) promove o desenvolvimento e o compartilhamento de laboratórios on-line para uso educacional e o desenvolvimento de pesquisa através do Portal Lila que tem por objetivo promover a composição e divulgação de uma infraestrutura europeia para a troca mútua de experimentos remotos e de experimentos virtuais direcionados aos estudantes de graduação em Engenharia e Ciências.

À medida que o trabalho foi sendo desenvolvido, algumas discussões tornaram-se primordiais: como verificar as possibilidades de compartilhamento dos laboratórios, a partir das condições encontradas em uma instituição de ensino e pesquisa que comporta o ensino superior e técnico? Por tal motivo, optou-se por fazer um estudo sobre a estrutura de rede do IFNMG - uma instituição de ensino e pesquisa -, utilizando-se técnicas de análise de redes sociais, em que o foco principal foi saber se a estrutura de rede estava de acordo com as premissas estabelecidas pela Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios on-line, não em relação às possibilidades tecnológicas, mas à estrutura lógica, visando-se o

compartilhamento dos laboratórios on-line entre seus campi e, posteriormente, à possibilidade de integração com outras redes.

Julga-se que a análise da rede seja primordial, uma vez que, segundo Provan (2001), deve-se avaliar se o modelo da rede é viável (tipologia) para o que se está propondo. A comprovação da inviabilidade do modelo proposto pode gerar alto custo de manutenção.

Questões de pesquisa:

Em face do exposto, é preciso ressaltar que não foi apenas um problema que originou ou motivou esta tese, mas o conjunto de problemas que se aliam aos relacionados anteriormente e que podem, ainda, ser observados em relação aos laboratórios, a saber: falta de estruturas que auxiliem na construção de redes de laboratórios direcionados ao ensino e pesquisa, carência de laboratórios experimentais on-line, deficiência de laboratórios on-line integrados com o LMS, a insuficiência (limitação) de espaço de armazenamento dos dados resultantes dos ensaios e experiências realizadas, carência de recursos colaborativos, bem como a falta de soluções que proporcionem a interatividade.

Assim, esta tese demonstra que a relevância da pesquisa está na tentativa de se oferecer uma estrutura que possibilite o desenvolvimento de redes de compartilhamento de laboratórios on-line, justificando sua estruturação nos objetivos delineados. Diante de tal situação, esta tese direciona-se para os objetivos que são apresentados na forma de objetivo geral e objetivos específicos.

1.2 OBJETIVO GERAL

Especificar uma Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line (ARCL) a ser empregada como diretriz para o desenvolvimento e a disponibilização de serviços de laboratorios voltados a práticas experimentais didáticas direcionadas para o ensino e pesquisa.

1.2.1 Objetivos Específicos

Para que o resultado desta pesquisa seja alcançado foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

Identificar os principais problemas para a implantação de uma rede de laboratórios on-line;

Contribuir para encontrarem-se meios efetivos de se disponibilizarem laboratórios on-line em rede para instituições.

Fornecer subsídios para a estruturação de redes de compartilhamento de recursos de laboratórios on-line.

1.3 JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÕES.

Percebe-se que o Brasil tem passado por um acelerado processo de investimentos para o desenvolvimento do ensino tecnológico, em vista da necessidade de capacitação técnica profissional. Tal iniciativa provoca a criação de cursos tecnológicos em várias modalidades de ensino. Este crescimento na oferta de cursos a distância beneficia um número maior de usuários, visto que a demanda deste setor é derivada das atividades e necessidades das empresas com a carência de profissionais capacitados para exercer funções que necessitam de conhecimento técnico. Geralmente são ministrados com softwares de simulação em plataformas de sistemas LMS. As aulas práticas, para a maioria dos cursos técnicos, necessitam de laboratórios experimentais.

Diante disso, observa-se a necessidade de laboratórios em rede para o compartilhamento, independente da modalidade dos cursos ofertados. O uso compartilhado de laboratórios transcende os limites organizacionais e garante maior flexibilidade e abrangência ao processo de construção do conhecimento, contribuindo para que os esforços de disponibilização de recursos para as práticas experimentais sejam relevantes e efetivos, a partir da necessidade de se buscarem soluções capazes de permitir o compartilhamento e a reutilização das informações nos ambientes laboratoriais on-line.

Tendo-se em vista o desenvolvimento de rede de compartilhamento de laboratórios on-line, justifica-se apresentar uma Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line (ARCL), fundamentando-se no fato de que os laboratórios desenvolvidos de maneira desarticulada, ou isolados em suas instituições, dificultam o compartilhamento dos recursos. Nesse contexto é que a ARCL serve como suporte ao direcionamento na construção de redes de laboratórios de maneira estruturada.

Na estruturação da ARCL definiram-se as características e requisitos necessários que servem como meio de se construir ou aderir-se a uma rede de laboratórios. Como bem pode ser observado na estruturação, utilizou-se de concepções de rede de valor, a organização em camadas e os processos no *framework* e-TOM na sua operacionalização.

A partir da especificação da arquitetura, construiu-se um protótipo funcional (portal), como prova de conceito, denominado de Brlab, utilizando-se a arquitetura como base, tendo em vista a sua validação. Integrou-se um laboratório de acesso remoto, realizou-se uma

prática demonstrativa e, em sequência, analisaram-se os resultados encontrados na aplicação da arquitetura através do Brlab.

Na implementação, a infraestrutura baseou-se em soluções abertas e utilizou *software* de domínio público, *hardware* livre, desenvolvimento colaborativo e distribuído com baixo custo, uma vez que o público-alvo é composto por pesquisadores, professores e alunos, que podem não ter acesso a determinados recursos e pacotes de *softwares* proprietários.

Porém, julga-se necessário que essa estrutura deva adaptar-se aos requisitos já identificados em rede, e que deverá manter-se aberta para a admissão de novas funcionalidades, haja vista que as tecnologias estão evoluindo e novos métodos, técnicas e ferramentas surgem constantemente e precisam ser integrados na mesma velocidade em que forem surgindo para manter-se um ambiente atualizado.

Espera-se que a formação de redes de laboratórios on-line possibilite melhorias nos processos de ensino, pesquisa e aprendizagem para os cursos que necessitam utilizar laboratórios experimentais, oportunizando assim a aplicação da teoria na prática, em especial atenção, ao ensino tecnológico público no Brasil.

Portanto, o tema desta tese está delimitado à especificar uma arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line. Fixa-se, como fronteira, o desenvolvimento de uma arquitetura e procura-se demonstrar que a importância da pesquisa está em apresentar-se tal estrutura, contribuindo, principalmente, na construção da Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

A organização da Tese se compõe desta Introdução, em que se apresentam o contexto, o problema, os objetivos e a justificativa, usados para o seu desenvolvimento e os demais capítulos.

O Capítulo 2 trata da constituição de redes, os fatores e características que impulsionam a sua criação, a partir da fundamentação teórica na área de redes organizacionais, interorganizacionais com suas características e tipologias. Na sua estruturação, usa-se dos princípios da Rede de valor.

O Capítulo 3 aborda as características estruturais para a construção de uma arquitetura em rede incluindo arquitetura em camadas, uma abordagem sobre o *framework* e-TOM; traz uma visão sobre LMS, em especial, trata do Moodle e o padrão SCORM.

O Capítulo 4 fundamenta a discussão sobre os laboratórios de ensino e pesquisa, em especial, no ensino de Engenharia e traz uma visão da evolução dos laboratórios ao longo dos últimos anos. Tratam da classificação dos laboratórios, as possibilidades de integração e compartilhamento, apontando para as tendências de uso de laboratórios on-line. Inclui uma abordagem sobre trabalhos desenvolvidos com foco nas práticas didáticas e suas experiências. Na sequência, citam os trabalhos analisados com projetos de redes de laboratórios on-line, pontuando em cada um a questão da disponibilização dos serviços nos laboratórios on-line, pontos fortes e pontos fracos percebidos e, finalmente, faz uma análise em conjuntos dos projetos analisados.

O Capítulo 5 mostra os a abordagem metodológica utilizadas no desenvolvimento da Tese. Faz o enquadramento da pesquisa e relaciona as etapas dos procedimentos: desenvolvimento dos elementos constitutivos de uma arquitetura; construção de um protótipo, integração com LMS e os procedimentos de análise de redes. Enfim, os métodos e técnicas aplicados na construção do Brlab.

O Capítulo 6 apresenta a especificação da arquitetura para construção de redes de compartilhamento de laboratórios. Inicia-se com a proposta de uma arquitetura, aponta os atributos que impulsionam a sua criação, apresenta o processo de criação em camadas: relacionamento, provisionamento e infraestrutura, descrevem os processos de operacionalização tendo como base o *framework* e-TOM.

O Capítulo 7 descreve o contexto de uma rede lógica e faz a análise do modelo de rede de uma instituição de ensino e pesquisa para verificar se está adequada para adotar os procedimentos definidos na arquitetura. Em seguida, utiliza tal cenário para verificação da proposta de arquitetura a partir da prova de conceito funcional com a criação do portal Brlab, realizando uma demonstração prática.

O Capítulo 8 faz a análise dos resultados encontrados com a aplicação da arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line em que correlaciona os resultados alcançados com a arquitetura na aplicação no Brlab. Aponta as possibilidades e tendências dos ambientes em rede.

O Capítulo 9 contém a conclusão a partir da discussão dos resultados e benefícios, descrevendo-se as contribuições, os trabalhos futuros e a conclusão.

2 REDES ORGANIZACIONAIS: UMA VISÃO DA SUA CONSTITUIÇÃO

A revisão de literatura aqui esboçada tem a finalidade de oferecer subsídios para o desenvolvimento desta pesquisa. Para a consecução desse objetivo, que consiste em apresentar uma visão sobre redes nas organizações, procurou-se utilizar uma técnica que, partindo das definições de autores conceituados, fosse possível construir as bases da proposta de desenvolvimento deste estudo a partir do conceito de redes, não em sua topologia física, mas em uma topologia lógica, para suportar o conceito de arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line.

Entende-se que o conhecimento daquilo que está publicado aumenta significativamente a capacidade de visão sobre o assunto a ser abordado, na medida em que auxilia na elaboração dos argumentos a serem formulados para a defesa e complementação das novas ideias propostas. Como a linha delineada para a tese é a proposta de uma arquitetura para a construção de rede de laboratórios on-line, buscou-se, examinar trabalhos e teorias relacionados ao tema formação de rede.

2.1 REDES ORGANIZACIONAIS

O conceito de rede tem sido empregado para caracterizar um conjunto de fluxos, recursos e informações entre um conjunto de nós: indivíduos, grupos, organizações e sistemas de informações. Johnson (2011 p. 47) adverte que o termo rede é adotado para “designar um conjunto de unidades (ou nós) de algum tipo e as relações de tipos específicos que acontecem entre elas”. Para Balestrin (2008), rede tornou-se um termo largamente empregado em diversas situações para explicar uma série de fenômenos da vida contemporânea.

Compreende-se que uma rede é constituída por um modelo que agrega “nós” interligados por laços. Os nós, que em geral são representados por atores (indivíduos ou organizações), se agrupam nas redes em função de um objetivo comum. A soma de todos os “nós” indica a dimensão da rede (RAMOS et al., 2011). O que se percebe é que no desenho e na operação todas as organizações públicas e privadas ajustam-se às regras marcadas por este modelo, haja vista que um modelo de organização em rede considera a flexibilidade, a horizontalidade e a autonomia das partes. Compreende-se que rede é um modelo organizacional formado por arranjos intra ou interorganizacionais (LOPES et al., 2009).

Em tais arranjos interorganizacionais, ou redes organizacionais, as organizações se unem para solucionar problemas ou para atingir resultados mútuos, que normalmente, não

poderiam ser resolvidos ou alcançados se uma das partes atuasse isoladamente. Geralmente, são situações que cruzam fronteiras de uma organização, interligando seus níveis hierárquicos, permitindo que a estrutura de redes possa juntar os aspectos indispensáveis para tais soluções.

Oliver et al. (1998) destacam a configuração em rede como fator estratégico, em que a cultura organizacional é caracterizada, principalmente, pela suposição da vulnerabilidade da organização à mudança, o que é traduzido em uma disposição para assumir riscos, dedicar esforços à aprendizagem constante e aceitar a incerteza das relações com atores externos ou internos à organização. Marcon et al. (2000) salientam que um dos fatores condicionantes na formação das redes interorganizacionais é a necessidade que a empresa tem de buscar recursos complementares. De outro lado, os avanços tecnológicos que deram lugar às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em especial à internet, possibilitaram que a organização em rede expandisse, favorecendo a tomada de decisões coordenadas e a execução descentralizada nas organizações. O que se percebe é que o formato das redes interorganizacionais ganha força neste contexto, devido à sinergia que emerge de sua estrutura. Estar em rede permite potencializar as competências individuais e aumentar as oportunidades coletivas. Desse modo, empreendimentos com essa conotação despontaram em diversos setores e entre empresas de variados portes e perfis. Entretanto, a rede é a soma das partes das organizações que a integram, uma vez que nenhum de seus integrantes tem o domínio do todo. A partir das relações entre as partes é que surgem novas potencialidades, e as organizações, estimuladas e motivadas, tendem a retroalimentá-las (JUNQUEIRA, 2000).

Balestrin et al (2002) assinalam que as redes interorganizacionais facilitam a complexa interdependência transacional e cooperativa entre as organizações. São reconhecidas pelo fato de ser estudado a partir de diferentes abordagens teóricas, o que inclui conceitos e métodos tomados por empréstimo de outros campos de estudo. Isso fica evidente a partir dos estudos de Oliver et al. (1998) e Caglio (1998), nos quais se apresentam as principais correntes de estudo sobre o tema. Entende-se que cada uma dessas perspectivas nas quais as pesquisas foram conduzidas, produziu explicações, muitas vezes, complementares e, por vezes, concorrentes no campo de estudos sobre redes interorganizacionais. O ponto em comum entre os autores é o fato de as redes produzirem impactos nas relações e nas organizações. Segundo esses autores, os aplicativos que interligam as pessoas, propõem interação pessoal e empresarial, formando laços virtuais de amizade ou negócios, que proporcionam desenvolvimento de comunidades específicas, compartilhamento de experiências, aprendizado colaborativo.

Tais impactos também são percebidos nos ambientes de laboratórios de ensino e pesquisa. O processo de virtualização dos laboratórios ocorrido nas últimas décadas propiciou a abertura de novos espaços para a integração de maneira flexível, possibilitando a inserção de novos recursos. Isso propiciou o surgimento dos laboratórios on-line. Todavia, tal fato não significa que os processos formais institucionais se alteraram completamente, mas que se abriram novos espaços para integrá-los de maneira mais flexível, o que pode ser considerado uma maneira de organização.

Nas diversas dimensões que compõem o ambiente organizacional atual, mudanças profundas na natureza da tecnologia e da economia global vêm dando origem a novos modelos de produção de bens e serviços, fundamentados em aspectos como comunidade, colaboração e auto-organização (TAPSCOTT et al., 2006).

Neste contexto, as redes organizacionais representam uma forma contemporânea de configuração organizacional colaborativa. A colaboração surgiu à medida que a sociedade e as organizações foram se estruturando. Com isso, pessoas e organizações foram levadas a manterem inter-relações sociais (BALESTRIN et al., 2002). Neste sentido, o termo redes de colaboração tem sido empregado para descrever um sistema que contém agentes (instituições de ensino, indústrias, profissionais liberais e organizações não governamentais, públicas e privadas) que buscam criar sinergia em meios competitivos, ou não. No ambiente globalizado das organizações, no qual os recursos tecnológicos de informação e comunicação estão cada vez mais popularizados, aponta-se que as redes colaborativas podem se tornar um dos meios a partir dos quais a interação social interorganizacional se apoia em novas formas de conectividade capazes de possibilitar a comunicação interativa com qualquer usuário da rede (CASTELLS, 1999).

Verschoore et al. (2008) apontam como uma nova direção para enfrentar as pressões da competitividade, indicando que as redes “reúnem flexibilidade e agilidade das empresas de menor porte com a escala das grandes corporações”. A formação de redes colaborativas tem se tornado uma nova fonte de aumento de eficiência, de produtividade e de redução de custos nas organizações. Diniz et al. (2004) consideram que a dimensão da colaboração reúne características de interatividade, podendo transformar-se na plataforma para a coordenação e a cooperação interfuncional e, em alguns casos, interorganizacional. O que ocorre é que o processo de colaboração em uma rede organizacional é uma intenção que deriva da crença compartilhada de que seus participantes podem atingir objetivos que não seriam alcançados, em razão dos altos custos e/ou da falta de conhecimento em várias áreas de atuação se fossem

executados por apenas uma organização (CAMARINHA-MATOS, et al., 2004; 2005; 2008; OLIVEIRA et al. 2011; RAMOS et al., 2011).

Neste contexto, a formação de redes colaborativas de laboratórios on-line pode ser considerada um fator preponderante para o desenvolvimento de atividades de pesquisa e de ensino. Redes constituídas em torno de áreas de interesse comum tem sido uma característica da postura cooperativa, em busca do aumento de produtividade. Como bem assinala Gasparotto (2008), uma rede de colaboração permite que as entidades (empresas públicas e privadas, universidades, centros de pesquisa e órgãos governamentais) compartilhem informações, processos e responsabilidades, para, juntas, poderem planejar, implementar e avaliar um conjunto de atividades orientadas para alcançar objetivos comuns, uma vez que a constituição de redes institucionais em torno de áreas de interesse comum tem sido uma característica marcante do modo de cooperar. Verschoore et al. (2008) explicam que “a predisposição para a cooperação em rede tornou-se obrigatória e a sua concretização transformou-se em diferencial.”

2.1.1 Fatores que Contribuem na Formação das Redes

A construção de redes organizacionais deve partir da compreensão das condições necessárias para sua formação e manutenção. Morrin (1977) destaca estudos que apontam para os fatores necessários à formação e manutenção, denominados “fatores viabilizadores” e “fatores contingenciais”. Na visão de Balestrin *et al.* (2002), podem ser entendidos como viabilizadores aqueles necessários à formação e manutenção da rede. Neste contexto, Castells (1999) defende que para a formação de uma rede a conectividade e a coerência são atributos fundamentais. Entende-se por conectividade a capacidade estrutural de comunicação entre seus componentes, considerando o papel das TICs como a infraestrutura responsável pelo fluxo informacional, potencializando as conexões entre os atores. A coerência está ligada à cooperação e ao compartilhamento dos interesses entre os objetivos da rede e seus atores. Tais fatores são inerentes aos ambientes de laboratório on-line, uma vez que são estruturas fortemente baseadas em TICs.

Considera-se que a rede depende da combinação e ocorrência de três elementos, de acordo com Marcon et al., (2000): a) existência de recursos disponíveis ou de objetos para a troca, constituindo a base de uma rede (informação, insumos); b) infraestrutura informacional, o que pode ser entendido como o conjunto das regras que deverão ser observadas entre os usuários da rede; e c) infraestrutura física e tecnológica, necessária para o funcionamento, tais como: comunicação, conexão e equipamentos tecnológicos. Tais características são pertinentes aos ambientes de laboratórios on-line, uma vez que facilitam a troca e a

construção coletiva, por meio da participação de seus parceiros. A tecnologia utilizada em tais ambientes é bastante variada, tendo em vista que a estrutura de uma rede de laboratórios on-line requer a distribuição de recursos e de atividades, algo bem diferente dos requisitos necessários à operacionalização dos laboratórios presenciais. Isso implica ter um nível encadeado e elevado de coordenação de custos e de medidas organizacionais e administrativas, para evitar possíveis problemas de perda de qualidade dos procedimentos e das informações. Assim, o sucesso de uma rede de laboratórios on-line depende do seu modelo de rede, pois isso é que dá segurança para os parceiros. Neste caso, compreende-se que o processo de gerenciamento da rede de laboratórios on-line é o elemento chave do seu sucesso, podendo ser considerada uma estratégia na criação de redes de laboratórios on-line.

As redes caracterizam-se por estruturas de colaboração e cooperação, em que as organizações se aliam estrategicamente para conseguir soluções mais eficientes e adequadas à busca de objetivos individuais e coletivos, combinando recursos, conhecimentos e competências específicas.

Em Oliver et al. (1990) apresentam em seus estudos seis fatores contingenciais considerados determinantes para a formação de redes interorganizacionais. A análise contempla a identificação da necessidade de troca, o estabelecimento de elos e a dependência de recursos na formação de redes é fortemente contingenciada pela escassez de recursos. A construção de ambientes de laboratórios em rede possibilita o compartilhamento de recursos dos laboratórios pelas empresas ou instituições, o que, às vezes, não seria possível de maneira individualizada. Geralmente, existe um potencial exercício de poder de uma organização sobre outra, o que explica a dependência de recursos, gerando a assimetria. Neste contexto, entende-se que a estruturação formal não determinará a criação e a sobrevivência de uma organização em rede. É importante que a organização tenha sido originada pelas necessidades de compartilhamento, com caráter próprio. Isso, aliás, é o que as distingue das demais.

Característica pertinente da formação da rede de laboratórios on-line, em que os objetivos têm que ser bem definidos, enfatizando a cooperação, a colaboração e a coordenação entre as organizações, ao invés do poder e do controle entre seus participantes, visando à reciprocidade, por meio dos objetivos em comum, tendo em vista o melhor desempenho de suas atividades, com base na eficiência, buscando enfatizar a troca de seus produtos e serviços, procurando a estabilidade, com vistas a reduzir incertezas competitivas, mediante a realização de esforços para padronizar produtos ou serviços pelos atores da rede, e estabelecer e gerenciar inter-relações, de modo a encontrar estabilidade no ambiente por meio da legitimidade da rede e de seus atores. Assim, as organizações (instituições e empresas)

precisam participar das redes, justificando suas atividades e resultados. Fatores como a flexibilidade nas organizações são essenciais, em função da competição e da instabilidade, que exige das empresas velocidade e adaptabilidade, conforme mostrado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Fatores determinantes para a formação de redes

Fatores determinantes	Descrição
Necessidade	A partir de uma necessidade estabelece ligações que possibilitam trocas de objetos de significado relevante com outras organizações.
Assimetria	Na assimetria a dependência de recursos leva as organizações a estabelecerem redes, pelo exercício do poder, influência ou controle, para troca de recursos escassos;
Reciprocidade	Na formação das redes, a reciprocidade enfatiza a cooperação, colaboração e a coordenação entre organizações. As redes colaborativas ocorrem para o propósito de buscar interesses e objetivos comuns;
Eficiência	Melhor desempenho e eficiência organizacional. Implica na apresentação de uma orientação interna à organização e menos interorganizacional
Estabilidade	O ambiente incerto é gerado por recursos escassos e pela falta de conhecimento das flutuações ambientais. A incerteza induz às organizações a estabelecer e gerenciar interrelações na busca de uma maior estabilidade do ambiente
Legitimidade	Pode ser considerada uma resposta das organizações que buscam na participação em redes colaborativas uma forma de se legitimar no ambiente institucional; impõe pressões sobre organizações para justificar suas atividades e resultados.

Fonte – Oliver et al. (1990)

Na visão de Marcon et al. (2000) destacam como fatores importantes para a formação das redes: a) uma rede é formada dentro de um campo de ação coletivo estruturado, lógico; b) não existe um modelo universal para a criação de uma rede — depende do campo de ação, o que induz às várias formas possíveis de redes; e c) a rede é o centro do processo de aprendizagem coletivo que se opera dentro do campo de ação coletivo. Nota-se que há uma série de fatores que podem contribuir para a formação de uma rede interorganizacional. No caso dos laboratórios on-line, o que se percebe é que a existência de ambientes de laboratórios on-line dispersos nas mais variadas áreas e instituições de ensino e pesquisa, organizações públicas e privadas. A criação de uma estrutura em rede proporciona o compartilhamento de recursos entre as instituições e empresas participantes da rede. Então, adotando-se a concepção de redes como uma forma organizacional, abre-se a possibilidade de se aprofundar o conhecimento sobre os fatores que caracterizam sua estrutura.

Já Verschoore et al. (2008) propõem outro modelo, cujo objetivo é oferecer uma versão sistemática e organizada das dimensões a serem consideradas na análise dos fatores relevantes para a criação de redes. Os autores demonstraram que a cooperação em rede propicia oportunidades e benefícios para as empresas associadas, formulando em cinco proposições os distintos ganhos que as empresas associadas às redes passam a obter, conforme mostrado no Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Fatores relevantes para o estabelecimento de redes

Proposições	Descrição
Escala e poder de mercado	Benefícios obtidos em decorrência do crescimento do número de empresas; maior a capacidade da rede de obter ganhos de escala e de poder de mercado.
Acesso a soluções	Serviços, produtos e infraestrutura disponibilizados pela rede para o desenvolvimento dos seus associados.
Aprendizagem e inovação	A socialização de ideias e de experiências entre associados e as ações de cunho inovador desenvolvidas em conjunto pelos participantes.
Redução de custos e riscos	A vantagem de partilhar custos e riscos de determinadas ações entre os associados, bem como nos investimentos que são comuns aos participantes.
Relações sociais	Consolidação das ações sociais entre os indivíduos, ampliando o capital social e levando as relações do grupo para além daquelas puramente econômicas.

Fonte Verschoore et al. (2008)

Verschoore et al. (2008) esclarecem que a proposição escala e poder de mercado envolve o “estabelecimento de redes de cooperação, possibilitando a geração de ganhos de escala e de poder de mercado”. Isto é, obtêm-se ganhos com a possibilidade de ampliar a força de ação de uma empresa, mediante a união com outras empresas e instituições. Ao participarem de uma rede, as organizações passam a ser percebidas com distinção em sua área de atuação, alcançando o reconhecimento por parte do público, garantindo maior legitimidade às ações empresariais e proporcionando acesso a soluções, por meio de serviços, de produtos e da infraestrutura, desenvolvidos e disponibilizados pela rede para o desenvolvimento dos seus associados. Viabiliza-se, assim, a proposição aprendizagem e inovação.

A criação de redes de cooperação possibilita as condições para a aprendizagem e a inovação, mediante o compartilhamento de idéias e de experiências entre os participantes e as ações desenvolvidas em conjunto por eles, por meio da interação e das práticas de colaboração que possibilitam o desenvolvimento de estratégias coletivas de inovação. Isso apresenta vantagem de permitir o rápido acesso aos novos recursos tecnológicos, por meio

dos seus canais de informação, contemplando a consecução da proposição redução de custos e riscos, ao dividir entre os participantes os custos e os riscos de determinadas ações e de investimentos, levando a organização a incorrer em custos menores, na medida em que captura economias de escala de seus participantes, o que outros competidores não conseguem obter.

As empresas associadas podem, também, tornar viável o compartilhamento dos riscos de ações complexas entre todos os participantes. A redução de custos e riscos é um dos principais elementos motivadores da cooperação em rede (PRAHALAD et al. 2004). Para Verschoore et al. (2008), “as redes facilitam o desenvolvimento de relacionamentos que habilitam o acesso a recursos não existentes na empresa e também combiná-los com aqueles disponíveis na rede”. A complementaridade de recursos entre os parceiros, como um dos principais benefícios da cooperação em rede, facilita o domínio da proposição relações sociais, na medida em que aproxima os agentes e amplia a confiança e o capital social de determinado grupo de pessoas, potencializando a capacidade individual e coletiva, por meio de práticas colaborativas, além de oportunizar experiências de auxílio mútuo, abrindo espaços para a ocorrência de contatos pessoais e de discussões, configurando como uma das formas organizacionais mais apropriadas para gerar relações sociais convenientes.

Tais fatores apresentados para os estudos de redes de cooperação são instrumentos úteis e efetivos para descrever o processo de elaboração de redes organizacionais. A partir da definição das proposições específicas, pode-se descrever a diversidade de processos de intermediação de interesses em áreas de atuação concretas. O conjunto de fatores pode servir de recurso norteador para a formação de redes colaborativas de laboratórios on-line e a abertura de caminhos para alcançar maior conhecimento em relação aos principais ganhos obtidos na participação em redes.

2.1.2 Características das Redes Organizacionais

Uma estrutura de rede é um sistema que pode ser considerado dinâmico e suscetível de inovação, voltado para a flexibilidade e a adaptabilidade, numa cultura de construção e reconstrução, segundo Castells (1999). As redes são caracterizadas por estruturas de colaboração e cooperação, em que as organizações se aliam estrategicamente para obter soluções mais eficientes e adequadas, na busca de objetivos individuais e coletivos, combinando recursos, conhecimentos e competências específicas.

Marcon et al. (2000) apresentam alguns dos principais atributos das redes, que parecem essenciais a uma perspectiva estratégica, conforme se apresenta no Quadro 2.3.

Quadro 2.3: Síntese dos atributos de redes

Características	Descrição
Fluidez	Capacidade de flexibilidade e adaptabilidade. No espaço: agrupa unidades geograficamente dispersas. No tempo: permite a ligação entre os membros da rede. Do ponto de vista social permite a homogeneização nas relações. Do ponto de vista organizacional uma alternativa à forma de organização.
Finalidade	A finalidade dá o significado aos objetos que são trocados na rede e se encontra por vezes incorporada aos membros da rede, orienta as escolhas da dimensão ética dentro do qual uma rede evolui e inspira seus projetos (científica política).
Capacidade de economia	A rede reduz a dispersão de esforços e permite um ganho de produtividade. Reduz o tempo de busca de novos objetos. A interconexão entre os atores proporciona agilidade no compartilhamento de objetos de interesses mútuos.
Capacidade de aprendizagem	Pode ser entendida como condições de aprendizagem dentro do contexto específico das redes através das experiências dos indivíduos que participam da rede. O que pode ser entendido que a aprendizagem coletiva apresenta a lógica do ciclo de aprendizagem, ou seja, cada um evolui em função do outro.

Fonte: Marcon et al. (2000)

Considerando a fluidez que pode ser entendida como sendo a prática de uma comunicação que requer novas competências comunicativas, principalmente, no que diz respeito ao conhecimento interorganizacional (pessoas, processos, cultura, conhecimentos e valores), uma vez que independe do seu espaço geográfico, permitindo a formação de um espaço democrático. Cria um espaço de conectividade organizado pelo discurso dos indivíduos que as integram e pelas relações sociais formadas.

A configuração dos laboratórios on-line em rede beneficia o compartilhamento de recursos e informações, permitindo a combinação de conhecimento, habilidades, recursos físicos e tecnológicos. As ligações colaborativas podem fornecer acesso a novos conhecimentos, implicando diretamente a maneira de como se aprende na rede. Os processos de ensino são das mais variadas formas, mas a aprendizagem ocorre de maneira individual, com base na troca e na construção coletiva do conhecimento.

Em vista disso, quanto maior o número de participantes, ou melhor, o número de laboratórios on-line, mais acentuado o caráter da organização em rede e maiores os vínculos de ligação, que variam quanto ao grau de integração, impactando diretamente na questão da flexibilidade e escalabilidade.

Compreende-se que a flexibilidade em uma rede deve ser otimizada para cada situação. A rede de laboratórios on-line deve se adaptar à cobertura geográfica, atendendo a demanda e adoção não previsível de novos serviços, ao aumento da banda, ao mesmo tempo em que deve ter desempenho determinístico para serviços de alto valor para seus usuários. Por outro lado, a escalabilidade da rede de laboratórios on-line refere-se à capacidade de um laboratório on-line (sistema) em suportar um aumento carga total quando os recursos são requeridos.

Sob o ponto de vista de Bondi (2000) a escalabilidade de um sistema depende das suas características que pode ser identificado a partir da definição dos requerimentos específicos de demanda é possível fazer o seu dimensionamento, o que implica diretamente no seu desempenho. Um sistema cujo desempenho aumenta com o acréscimo de hardware, proporcionalmente à capacidade acrescida, é chamado sistema escalável. Dentre os modos de medir a escalabilidade destaca-se, a saber: Carga de escalabilidade – refere-se quando um sistema distribuído deve ser de fácil expansão; Geograficamente escalável - quando o sistema mantém sua utilidade e usabilidade, independentemente de como são usados os seus recursos; Escalabilidade Administrativa - deve permanecer fácil de ser usado e gerenciado.

Como assinala Castells (1999), os novos sistemas produtivos dependem da combinação de projetos de cooperação *ad hoc* entre instituições e empresas, unidades descentralizadas de grandes empresas e redes de pequenas e médias empresas, as quais se conectam entre si, buscando formar alianças estratégicas. Elemento importante para a construção de uma estratégia administrativa consiste em posicionar a empresa na rede, de modo a ganhar vantagem. Fatores como flexibilidade e escalabilidade são essenciais numa rede, bem como são estruturadas.

Porém, percebe-se que existe grande diversidade de tipologias de redes interorganizacionais, o que foi objeto da análise por Castells (1999), para quem tais redes aparecem sob diferentes formas e contextos e a partir de expressões culturais diversas. A identificação do seu modelo de rede depende do tipo de rede que se está propondo, revelando a possibilidade da existência de uma infinidade de redes interorganizacionais, com diferentes características e arranjos, distribuídos (MARCON et al., 2000).

O quadro 2.4, apresenta uma síntese da classificação das redes na visão de Marcon et al. (2000).

Quadro 2.4: Classificação das redes

Tipos	Descrição
Redes verticais	São as redes hierárquicas. Geralmente utilizadas pelas redes de distribuição (bancos) que adotam esta estratégia para ficar próximo ao cliente. As relações geralmente são matriz-filial onde as filiais possuem pouca autonomia de gestão. Normalmente as empresas que adotam tal configuração têm uma abrangência geográfica.
Redes horizontais	Neste modelo existe um grande número de formas de manifestações tais como: associações profissionais, alianças tecnológicas. As relações são marcadas pela cooperação interorganizacional, atuando sobre a lógica da cooperação. Os indivíduos e as organizações concorrentes cooperam dentro de determinado domínio limitado.
Redes formais	As redes formais normalmente são formalizadas por meio de contratos estabelecendo regras de conduta entre os indivíduos e as organizações são o caso das redes de franquias; joint-venture são exemplos de redes fortemente formalizadas.
Redes Informais	As redes informais são formadas sem nenhum tipo de contrato estabelecendo regras, agem em conformidade e com os interesses do grupo, baseados, sobretudo, na confiança entre os agentes. São redes fundamentadas na dimensão da conveniência que permitem os encontros informais entre os agentes que compõem a rede.

Fonte: Marcon et al. (2000)

As redes verticais se relacionam com a natureza dos elos gerenciais estabelecidos entre os atores da rede (redes hierárquicas). Tais elos podem representar uma atividade de cooperação — no caso de uma rede horizontal, como as redes de cooperação representam o grau de formalização estabelecido nas relações entre os atores. Segundo Oliveira et al. (2011), as relações interorganizacionais horizontais são construídas com base, principalmente, em trocas sociais e de informação.

Determinados fatores contingenciais definem com maior ênfase a formação das redes e, frequentemente, são a causa indutora ou motivadora que leva as organizações a estabelecerem relações interorganizacionais. Neste contexto, a formação de redes de laboratórios on-line é movida, de um lado, pelas oportunidades de cooperação interinstituições e, de outro, pelas necessidades estratégicas e operacionais da organização. Ambos os fatores contribuem para a formação de uma rede de laboratórios on-line e otimizam a natureza da rede de relacionamentos sociais interinstitucional.

Conclui-se que dificilmente existirão duas redes estruturadas de forma idêntica, dadas as peculiaridades de cada classificação. Cada organização pode se engajar no estabelecimento de uma rede. No contexto de ambientes de laboratórios on-line, tais alterações nas relações

das organizações, paralelamente à crescente complexidade da criação de valor, estão fazendo com que a colaboração seja um fator crucial de competitividade: se antes para se obter ganho era necessário atuar de maneira individualizada, agora é necessário passar a atuar em coletividade, considera-se uma característica da rede de valor.

2.1.3 Rede de Valor: uma Opção de Organização

As estruturas em rede de valor (RV) compreendem o conjunto de empresas parceiras que mantêm processos integrados em rede, de forma colaborativa ou não, que não mais operam em cadeia sequencial, mas que, em tempo real, maximizam a eficiência e potencializam o valor agregado de cada uma das partes envolvidas, oferecendo a melhor relação de valor, preço e serviço (STABELL et al., 1998; ZALLA, 2003; MOLINARO et al., 2011). O que está de acordo com a proposta de criação de redes para o compartilhamento dos laboratórios on-line.

Stabell et al. (1998) defendem que a rede de valor facilita o relacionamento entre seus clientes por meio de uma mediação tecnológica. Entende-se que a tecnologia de mediação facilita as relações de troca entre os clientes geograficamente distribuídos no espaço e no tempo. Cada unidade de valor será agregada às unidades que com ela se relacionam para a criação de valor, constituindo o “modelo da rede de valor”, ou “modelo de negócio em rede”, conceito empresarial que surgiu na década de 1990. Baseia-se nas competências essenciais das organizações, conforme modelo proposto por Hamel et al. (1990). Balceiro et al. (2002) defendem que uma rede de valor compõe-se de fornecedores, distribuidores, provedores de serviços e clientes, que conduzem as transações e comunicações comerciais por meio das tecnologias de comunicação e informação (TCI) para produzir valor para os consumidores finais e os membros da rede.

Na formação da rede de compartilhamento de laboratórios on-line tal característica é nata, uma vez que as instituições educacionais são as produtoras, distribuidoras, provedoras de serviços e consumidoras mediadas por tecnologia, tornando o modelo em rede aplicável nesta estrutura.

Na configuração em rede de valor, obtém-se uma estrutura de redes de negócio interligadas, o que proporciona à empresa a possibilidade de participar não apenas do seu capital, mas também daquele que será disponibilizado pelos seus parceiros e clientes. Os modelos baseados em rede de valor utilizam o portal como estratégia de acesso geralmente utilizam modelos de negócios de economia de rede ou de empresa virtual.

Na economia de rede permite às empresas agregar sites para formar comunidade de usuários que queiram compartilhar suas experiências. Na organização virtual as redes promovem a integração. Consiste no conjunto de organizações (legalmente) independentes que compartilham recursos e habilidades para alcançar uma missão ou objetivo, mas que não estão somente limitadas a uma aliança que visa à obtenção de lucro. Provêm ao mercado um conjunto de serviços e funcionalidades, como se todas elas juntas representassem uma única organização (CAMARINHA-MATOS, et al., 2005; 2006; 2008).

Piscopo (2012) relata que na adoção da rede de valor, tem várias formas de implementá-la, cita alguns modelos que deve ser escolhido de acordo com sua aplicação. O autor traz uma abordagem genérica em que cita que se deve atentar para a formulação e “implementação efetivas de estratégias corporativas e de negócios em que o foco na estratégia”, fundamentado na amarração das partes envolvidas, como clientes, fornecedores, concorrente onde os parceiros tornam a oferta da empresa atrativa por meio da associação de produtos ou serviços”. Além disso, o autor complementa que “a formulação da estratégia com sua execução por meio da definição dos processos, das métricas e das adaptações necessárias, resultando nas atividades da empresa”.

Assim como bem advoga Piscoto (2012) referente à adoção abordagem de rede de valor a “inovação não se baseia na renovação da linha de produtos, mas no desenvolvimento de produtos com a participação dos clientes, o que gera um aprendizado mútuo fundamentado nas pessoas e nos sistemas e que é difícil de ser copiado pelos concorrentes”.

Neste de tipo de estrutura em rede, as unidades de valor são inter-relacionadas. A junção de sucessivas redes formará redes mais complexas, que podem sair fortalecidas, mas é preciso estar atento às oportunidades e ameaças ao negócio. As ligações propostas para a rede de valor visam estabelecer níveis organizacionais e têm por finalidade gerar valor para ambos os intervenientes, com inovações e estratégias em conjunto, potenciadas por um nível de cooperação e coordenação entre parceiros.

No caso dos ambientes de redes de laboratórios on-line, a adesão de instituições com laboratórios já estruturados à rede, em geral, terá um ganho na oferta de um novo serviço e recursos ou no aumento da oferta de serviços e recursos já existentes.

No entendimento de Molinaro et al. (2011 pág. 34) a rede de valor atua por meio das trocas, compreendendo três atividades primárias :

- Promoção de rede de relacionamentos e o gerenciamento de contrato – atividades relacionadas à rede de relacionamentos e à gestão de contratos.

- Provisionamento de serviço – inclui atividade associada à manutenção, estabelecimento e relacionamento entre clientes.

- Operação de infraestrutura – inclui atividade ligada à manutenção e execução da infraestrutura física e de informação. Mantém tecnologia de mediação para atender às demandas dos clientes. Nas atividades primárias, a operação de infraestrutura inclui atividades associadas ao projeto e à construção e execução de infraestrutura de rede.

Na visão de Molinaro et al. (2011) as atividades relacionadas à rede de relacionamentos são firmados via contratos. “clientes e a organização responsável pela rede estabelecem obrigações mútuas” entre os clientes e o fornecedores do serviço.

Um serviço novo tem um valor relativamente alto para seus primeiros clientes, visto que os custos são tipicamente mais elevados na fase da introdução, porém com o aumento da demanda pelo serviço os valores tendem a diminuir. O valor é derivado do serviço, da capacidade de serviço e da oportunidade do serviço (MOLINARO et al., 2011 pág. 34).

Na formação de redes de laboratórios on-line, tais serviços são ofertados pelas instituições mantenedoras dos laboratórios para seus usuários. Acarreta que o desenvolvimento de um laboratório on-line, a princípio, tem seus custos elevados, mas no decorrer do tempo com o compartilhamento dos seus recursos os custos de investimento vão se diluindo em função da demanda do serviço disponibilizado, da participação numa rede em que a instituição mantenedora do laboratório on-line, utiliza-se dos laboratórios on-line disponibilizados na rede.

O valor recebido no relacionamento entre os clientes e os fornecedores da rede de valor é diferente do tipo de valor no relacionamento entre os clientes e os fornecedores da cadeia de valor. Os clientes da rede de valor recebem o serviço de infraestrutura dos fornecedores, enquanto os clientes da cadeia de valor só recebem pelo produto que compram (MOLINARO et al., 2011 pág. 35).

Na rede de laboratório on-line os usuários têm acesso a todos os serviços disponibilizados pela rede, características pertinentes à rede de valor. Já no provisionamento de serviço, inclui alterações nos procedimentos e nas relações entre empresa e cliente enquanto que na infraestrutura é atividade ligada a estruturação física.

No provisionamento de serviço o desenvolvimento inclui modificações no contrato do cliente, modificações nos procedimentos e na elaboração de formulários e nas relações entre empresas e clientes. Na operação de infraestrutura o seu desenvolvimento inclui as atividades associadas ao projeto, à construção e à execução da infraestrutura em rede (MOLINARO et al., 2011 pág. 35).

Antes de integrar seus laboratórios em rede, é necessário avaliar o ambiente de desenvolvimento da proposta da rede, determinar o papel apropriado para cada integrante e ter

os objetivos explícitos, de modo que possa haver uma gestão satisfatória dos participantes de uma rede.

2.1.4 Gestão das Redes

A condição essencial para se formar uma rede partem do desejo de compartilhar um ambiente de confiança, de buscar competências específicas e de compartilhar recursos. As redes passaram, então, a fazer parte do cotidiano das pessoas, como uma ferramenta que oferece recursos e serviços capazes de promover maior interação entre os usuários e o consequente aumento de produtividade, o que provoca mudanças nos serviços oferecidos impactando o processo de gestão da rede.

Na visão de Provan et al. (2007) defendem que a relação entre as empresas nas redes constitui o objeto do modelo de análise em sua gestão, o que leva em conta a dependência da existência de estruturas de coordenação e de controle. Por mecanismo de coordenação entende-se a capacidade de planejar, passando pela melhoria da eficiência na utilização dos recursos disponíveis, pela capacitação da aprendizagem e pelo aumento da capacidade de resolver problemas.

No controle, incide a ação de monitorar e redirecionar as ações da rede (PROVAN et al., 2006). Com o acompanhamento por meio de análises, buscam-se alternativas para se alcançar os resultados esperados, o que pode ser exercido de diferentes maneiras, por exemplo, utilizando recursos oferecidos pelas coleções de boas práticas Lima et al. (2008), que auxilia a gerenciar os serviços de TI a organizar a aquisição e manutenção de aplicações e infraestrutura.

O controle, todavia, não é um fim em si mesmo, tratando-se de um meio que está à disposição dos gestores da rede para buscarem seus objetivos. Na avaliação da rede, como assinala Head (2008), é indispensável verificar se a rede tem sustentabilidade, se os processos estão bem executados e se os resultados são os planejados, o que pode ser entendido como analisar a performance e a eficácia da rede.

Sob o ponto de vista de Provan et al. (2001) propõem que a avaliação de rede seja centrada em três níveis de análise: comunidade, rede e nível de organização dos participantes. Em relação ao nível da comunidade, avalia-se a contribuição que a rede está permitindo, principalmente em relação aos serviços prestados (grau de conectividade). Em relação ao nível de rede, preocupa-se em avaliar se o modelo da rede é viável (tipologia) para o que está se propondo. A comprovação da inviabilidade do modelo proposto pode-se gerar alto custo de manutenção. Por último, avalia-se o nível de organização dos participantes (usuários), visando

à motivação e ao autointeresse, uma vez que as organizações buscam legitimidade e atração de recursos. É importante que os participantes estejam engajados no processo.

2.1.5 Um Enfoque em Análise de Redes

O que se percebe na avaliação, independentemente do tipo de estrutura de uma rede ou de suas dimensões, é que se torna imprescindível analisar as informações das partes interessadas, o grau de progresso da rede e os obstáculos à consecução de seus objetivos para o alcance de seus resultados. Portanto, a avaliação deve ser constante. É muito mais que medir o desempenho da rede. Isso não quer dizer que não seja importante o monitoramento. Ao contrário, o monitoramento deve ser ativo e as avaliações devem ser periódicas durante o ciclo de vida, o que depende de cada tipo de rede no seu aspecto físico.

Quanto ao aspecto lógico, uma das técnicas utilizadas é a análise de redes sociais (ARS). Trata-se da área da tecnologia da informação e das ciências sociais que trata do processo de analisar redes, social, transporte ou tecnológica, com base na teoria de redes (ALEJANDRO et al., 2006; GARROSSINI, 2010). Entende-se por teoria de redes a análise das interações entre os atores envolvidos, que podem ser pessoas ou organizações, a partir da constatação de que existe algum tipo de troca, tangível (bens materiais) ou intangível (conhecimento de redes). A análise inclui a descrição da estrutura e atribuição de fluxo. É utilizada para monitorar os padrões de comunicação entre os nós de uma rede, em que se estabelece uma estrutura, rastrear uma rede, promover a análise de relacionamentos entre pessoas e objetos.

A análise de redes pode ser usada para identificar os níveis de comunicação e as atividades principais das organizações. Utiliza, em geral, os indicadores de redes, tais como: densidade - medida expressa em porcentagem entre o número de relações existentes com o número de relações possíveis; centralidade- consiste no número de atores com os quais um ator está diretamente relacionado; centralização - condição especial na qual um ator exerce um papel claramente central; intermediação - possibilidade que um ator tem de intermediar as comunicações entre pares de nós; proximidade - capacidade de um ator de alcançar todos os nós da rede. Para a devida adequação da rede que se está propondo é importante proceder à análise de redes.

Este capítulo apresentou os principais conceitos a respeito de redes organizacionais a fim de mostrar a importância desses sistemas na construção de uma rede de laboratórios on-line. Discutiram-se os fatores que contribuem na formação das redes, bem como suas características e adequação a um modelo de rede, a gestão das redes o que impacta na criação de uma rede de compartilhamento de laboratórios on-line.

Tal discussão buscou subsídios para a especificação da arquitetura em rede de compartilhamento de laboratório, além disso, apresentou a técnica de análise de redes sociais (ARS) que será aplicada no IFNMG para avaliar a sua tipologia de rede lógica

O próximo capítulo, trata das questões sobre arquitetura, *framework* e-TOM, LMS que contribuiu na estruturação da arquitetura base para o compartilhamento de laboratórios on-line.

3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA ARQUITETURA EM REDE

Uma arquitetura identifica os componentes principais da empresa, seus sistemas de informação e as formas pelas quais estes componentes trabalham em conjunto para alcançar os objetivos definidos pelos sistemas de apoio às empresas. Considerando o desenvolvimento de uma arquitetura, os conceitos de arquiteturas, *framework*, integração de sistemas LMS foram incluídos no processo investigativo.

3.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES: ARQUITETURAS E *FRAMEWORK*

Na abordagem sobre arquitetura empresarial, Kaisler et al. (2005) caracterizam a Arquiteuta Empresarial como sistema de sistemas. Lankhorst et al. (2005) defendem que Arquiteuta Empresarial é uma visão estratégica que aborda uma empresa como um todo, do nível mais alto até o nível mais básico da arquitetura. Já na visão de Janssen et al. (2007), a arquitetura consiste de declarações de como uma empresa quer usá-lo, não sobre o que e como a informação deve ser disponibilizada, enquanto a definição da estratégia institucional fornece os contextos para as escolhas de projeto arquitetônico e decisões.

Para Dragstra (2005) a arquitetura organizacional é a estrutura fundamental de uma organização, considerando suas diferentes descrições arquiteturais, com seus relacionamentos entre si e com o ambiente, e os princípios que guiam sua concepção e evolução.

Já Molinaro et al. (2011 pág. 141) comenta que a arquitetura corporativa “mostra como funciona a organização do ponto de vista estratégico, facilitando a troca de informações entre os gestores e técnicos”. São maneiras de abordar a construção de uma arquitetura. Explica que neste contexto o “desenvolvimento de uma arquitetura corporativa pode-se utilizar para sua elaboração os conceitos de *framework* e modelo”.

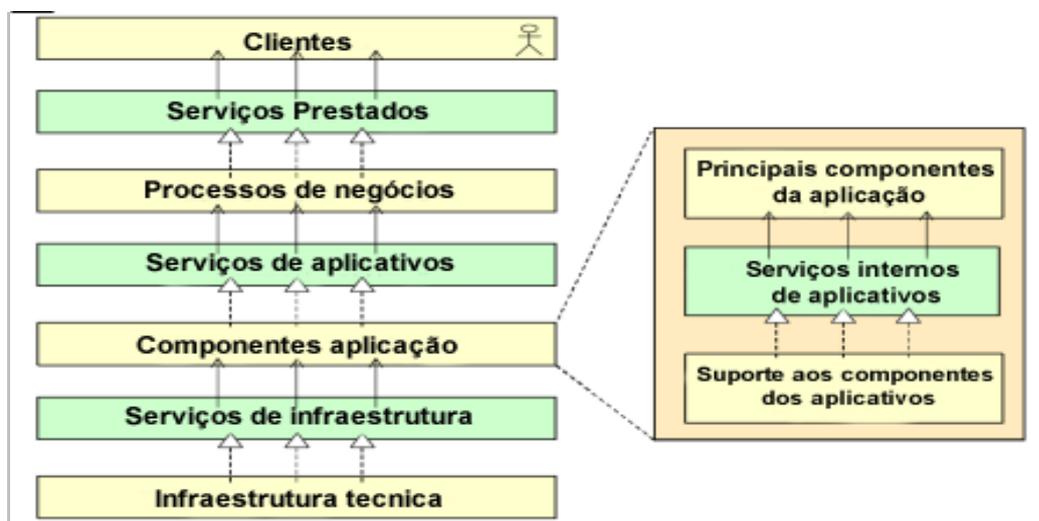
Os *frameworks* e os modelos fornecem meios para lidar com a complexidade, incluindo trabalho (quem, onde), função (como), informações (o que) e infraestrutura (como) (ROSS, 2003). Sob o ponto de vista de Janssen et al. (2007) a arquitetura empresarial tem como objetivo criar coerência e estrutura em um ambiente caótico usando abordagens sistemáticas.

3.1.1 Arquitetura em Camadas

Sob o ponto de vista de Lankhorst et al. (2005) relatam que a arquitetura empresarial tem por finalidade revelar as relações entre diferentes domínios para fornecer uma visão geral de alto nível. Como tal, deve sempre verificar a validade de todos os modelos existentes e

incorporar suas informações em um nível adequado de abstração. Traz na sua estrutura o conceito de serviços² que perpassa pelas camadas. Figura 3.1.

Figura 3.1: Visão em camadas



Fonte: Lankhorst et al. (2005). (Adaptado)

A pilha de camadas de serviço e de camadas de implementação, conforme se vê na Figura 3.1, mostra que as camadas estão ligadas por relações e apresenta como a aplicação faz uso dos serviços de outra camada, e as relações de realização mostram como os serviços³ são realizados em uma camada de aplicação.

Neste contexto, podem-se distinguir três principais camadas:

Camada de negócios – oferece produtos e serviços para clientes externos, que são realizados na organização de processos de negócios (realizada por atores de negócios ou funções).

Camada de aplicação – suporta a camada de negócios com serviços de aplicativos que são realizados por componentes (*software*) de aplicações.

Camada de tecnologia – oferece serviços de infraestrutura (processamento, armazenamento e serviços de comunicação) necessários para executar aplicações realizadas por computador e dispositivos de comunicação e *software* de sistema.

A estrutura geral dos modelos nas diferentes camadas é semelhante. Os mesmos tipos de conceitos e relações são utilizados, embora sua natureza e granularidade sejam diferentes.

² Serviço na visão de Kotler (1998) citado por Magalhães (2007) pode ser entendido como qualquer ato ou benefício que uma parte possa ofertar a outra, sendo intangível e não resulte na propriedade de nada. O autor, também defende que serviço é parte do conceito de produto ou oferta, sendo que produto é composto por bens. Portanto, produto é algo que pode ser oferecido para satisfazer um desejo.

³ Compreende-se que a abordagem sobre serviço neste trabalho é relacionado aos recursos utilizados pelas organizações para gerir a prestação de serviços e produtos, o que envolve uma cadeia de processos.

Como resultado desta uniformidade, os modelos criados para as diferentes camadas podem ser alinhados uns com os outros.

Em síntese, o conceito de serviço representa uma unidade de funcionalidades que um sistema apresenta ao seu ambiente. Para os usuários externos, apenas as funcionalidades, juntamente com aspectos não funcionais, tais como qualidade do serviço e custos, são relevantes.

A integração de modelos de arquitetura em domínios específicos é um pré-requisito para a integração de ferramentas específicas de domínio de modelagem. Dessa forma, a empresa que utiliza modelos de arquitetura pode adotá-los como ponto de partida para o modelo orientado ao desenvolvimento do sistema, fornecendo uma base para a visualização e análise de arquiteturas. A ênfase na orientação para o serviço é apenas um aspecto sobre as relações entre os diferentes domínios e aspectos da empresa. A integração deles é essencial para fornecer descrições coerentes de arquiteturas empresariais.

O modelo de referência para o Service Oriented Architecture (SOA) disponibilizado pela OASIS (2006) tem por objetivo identificar e fornecer o entendimento sobre as características e funcionalidades de cada um dos elementos que compõem a arquitetura. Huhns et al. (2005) ensinam que as aplicações que apresentam requisitos distribuídos devem considerar o SOA como padrão de arquitetura e o *Service Oriented Computing* (SOC) como modelo de desenvolvimento.

Em síntese, a escolha de como realizar a implementação de um sistema é um passo fundamental a partir da opção de uma arquitetura ou *framework*.

3.1.2 Framework e-TOM

O *framework* de processos de negócios *enhanced Telecom Operations Map* (e-TOM) é uma das iniciativas do Telemanagement Forum – (TM FORUM, 2002) na sua primeira versão com a finalidade de automatizar processos de negócios do mercado de telecomunicações. O TM FORUM faz atualizações constantes no *framework* buscando aderência às necessidades das empresas de telecomunicações através de disponibilizações de versões. Por isso, nesta tese será utilizada como base e-TOM na versão 7, identificado como TM FORUM (2007). O *framework* serve como um mapa para direcionar processos de negócios para operadoras e prestadoras de serviços, alinhadas com as necessidades operacionais voltados a empresas fornecedoras de serviços de telecomunicações (SCHMIDT et al., 2007).

O *framework* e-TOM é decomposto por um agrupamento de processos⁴ que provê níveis de detalhamento. De acordo com a abordagem de INSADI, (2005) processo pode ser entendido como conjunto de atividades que transforma insumo ou recursos em produtos ou serviços e tem valor para quem o detém. Na visão de Molinaro et al. (2011 p. 28) a gestão por processo deve estar apta a rastrear todo o processo, independente do tamanho da empresa onde “qualquer processo fundamental representa o negócio da empresa, e esta deve ter completo e acurado controle sobre sua execução a qualquer momento”.

O e-TOM, é considerado um *framework* lógico de referência pré-definido que trata de ganhos de produtividade, redução de custos operacionais a partir do mapeamento de processos. A modelagem de processos do e-TOM descreve um fluxo de processos numa abordagem de raias, vertical direcionado a processos fim a fim, que tendem a superar as fronteiras das organizações, integrando cliente, empresa, parceiros e fornecedores, de forma a constituir os processos necessários para descrever o fluxo de atividades e na horizontal, com a visão de funcionalidades entre todas as unidades organizacionais internas.

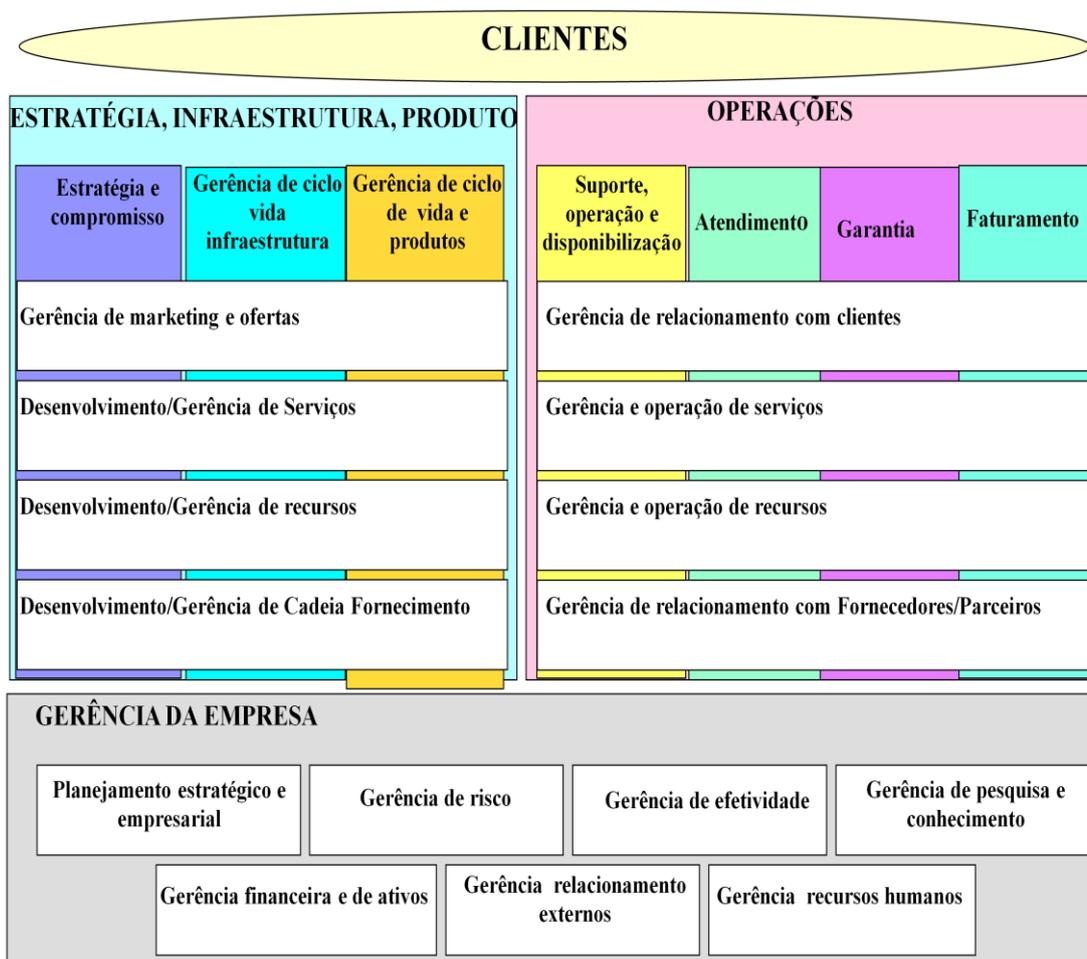
Assim, o *framework* e-TOM é constituído de processos de maneira a adotar alinhamento vertical e horizontal em todos os níveis em que fornece um guia para a análise de requisitos de negócio utilizado, também, para o desenvolvimento de soluções integradas. Publicada a primeira versão em TM FORUM, (2002) nesta tese será utilizada na versão 7, TM FORUM (2007). Pode ser visto agregando três áreas: Estratégia, Infraestrutura e Produto – abrange o planejamento e gestão do ciclo de vida dos produtos; Operações – abrangem os processos chaves da gestão operacional e, Gestão Empresarial – que abrange os processos de suporte corporativo e empresarial.

Na decomposição de níveis um conjunto de processo provê o primeiro detalhe, pode ser visto por duas perspectivas: O Agrupamento vertical – visão de processo dentro do negócio, já o agrupamento horizontal – representa uma visão funcional dentro do negócio (TUDE et al., 2003; TM FORUM, 2007). A estrutura do e-TOM será apresentada a seguir com base em TM FORUM, (2007) versão 7; SCHMIDT et al. (2007); SILVA, (2007).

Na figura 3.2, apresenta o modelo de referencia do *framework* e-TOM.

⁴ Silva (2007) comenta que processo é uma série de ações, atividades conectadas entre si e realizadas por agentes, tendo por finalidade satisfazer um propósito.

Figura 3.2: *Framework* e-TOM – Modelo de referencia



Fonte: TM FORUM, (2007) (adaptado)

3.1.2.1 Estrutura dos Processos do e-TOM: vertical

Os processos verticais do grupo estratégia, infraestrutura e produto caracterizam:

- Estratégia e compromisso: responsável pela estratégia que dá suporte a gerência de ciclo e vida e infraestrutura e do produto relacionado com o estabelecimento dos negócios da empresa.
- Gerência de infraestrutura: trata da definição, planejamento da infraestrutura, incluindo aplicações, tecnologia e rede.
- Gerência de ciclo de vida: responsável pelo planejamento dos produtos ofertados pela empresa.

Os processos verticais do grupo operações caracterizam:

- Suporte e disponibilização de operações: responsável pelo suporte administrativo ao atendimento, qualidade e faturamento.
- Aprovisionamento: responsável pelo atendimento a solicitação dos clientes. Representa a necessidade dos clientes.
- Garantia de qualidade: trata da manutenção, prevenção. Tem a função de identificar e resolver problemas. Recebe reclamações e é responsável pelo retorno ao cliente.
- Faturamento: Trata da coleta adequada do uso. Cobrança e tarifação. Responsável pela emissão de fatura. Resolve problemas relacionados com cobrança e sua solução.

3.1.2.2 Estrutura dos Processos do e-TOM: horizontal

Os processos da área operacional horizontal são agrupados em quatro partes:

- Gerência de relacionamento do cliente: mantém o relacionamento com os clientes o que inclui as funcionalidades necessárias para aquisição, retenção, relacionamento com clientes. Satisfação do cliente;
- Gerência e operações de serviços: está direcionado ao conhecimento do serviço. Inclui as funcionalidades necessárias para o gerenciamento e operação dos serviços que atendam aos propósitos dos clientes. Trata do acesso, conectividade para que os serviços estejam sempre disponíveis.
- Gerência e operação de recursos: responsável por manter os recursos necessários (aplicações, sistemas computacionais e infraestrutura de rede) responsável por todos os recursos necessários para a entrega do serviço.
- Gerência de relacionamento com fornecedores e parceiros: responsável pela qualidade de fornecedores. Dá suporte aos processos operacionais: vertical e horizontal. Garante a qualidade e faturamento como o processos operacionais funcionais.

Os processos da área estratégia, infraestrutura e produto horizontal são agrupados em quatro partes:

- Gerência de marketing e ofertas: trata dos processos responsáveis pelo funcionamento do negócio da empresa.
- Desenvolvimento de gerência de serviços: trata do planejamento, desenvolvimento e entrega do serviço às áreas de operação.
- Desenvolvimento de gerência de recursos: trata do planejamento, desenvolvimento, e disponibilização de recursos para o suporte de produtos e serviços à área de operação.

- Desenvolvimento e gerência da cadeia de suprimentos: responsável pelas interações entre empresa e seus fornecedores e parceiros na cadeia de suprimentos.

3.1.2.3 Processos de Gerência Empresarial

Os processos de gerência empresarial são:

- Planejamento estratégico e empresarial: envolve os processos necessários para desenvolver as estratégias e planos da empresa.
- Gerência de risco empresarial: cobre a identificação dos riscos dos riscos e das ameaças e controle de riscos.
- Gerência de efetividade: verifica se os objetivos definidos pela empresa estão sendo obtidos, foco na avaliação e desempenho.
- Gerência de pesquisa e de conhecimento: administra a pesquisa dentro da empresa, incluindo a averiguação e avaliação de aquisição de tecnologias em potencial.
- Gerência financeira e de ativos: está direcionado para a gerência de finanças e de ativos da empresa.
- Gerência de relacionamentos externos: responde pelo relacionamento da empresa com seus colaboradores externos.
- Gerência de recursos humanos: fornece a infraestrutura de recursos humanos utilizada para atingir os objetivos.

O *framework* e-TOM é decomposto por um conjunto de agrupamentos de processos que provê níveis de detalhamento. O Nível 0, apresenta uma visão conceitual, o nível 2 e 3 a *Telemangement* Fórum recomenda que deve ser descrito de acordo com a empresa em que se está aplicando. Assim, tais níveis serão tratados dentro da especificação da arquitetura de rede de compartilhamento de laboratórios on-line que é apresentada no capítulo 6. O próximo tópico traz a questão da integração de sistemas.

3.1.3 A Questão da Integração

A integração é um componente essencial nas empresas e diz respeito ao conjunto de métodos, modelos e ferramentas que se podem usar para analisar, projetar e manter continuamente uma empresa em um estado integrado. Isso pode ser abordado de diversas maneiras, segundo o interesse do estudo (CHEN et al., 2004; LAUDON et al. 2007). Molina et al. (2007) apresentam três níveis de integração: integração física - interligação de dispositivos por meio de redes; integração de aplicativos - suportar a interoperabilidade de aplicações de software e sistemas de banco de dados heterogêneos e ambientes de computação

e integração de negócios, negócios - coordenação das funções de gerir, controlar e monitorar processos de negócios.

A integração pode ser total; ou seja, o padrão é o software ou sistema em si. Também, pode ser alcançada por unificação (os padrões possíveis são os métodos, arquiteturas, construções e modelos parciais reutilizáveis) ou por federação (as normas são possíveis interfaces, modelos de referência ou ontologias).

Molina et al. (2007) argumentam que o conceito de integração se refere à coordenação, coerência e unificação, ao passo que o conceito de interoperabilidade empresarial está adaptado para ambientes descentralizados e flexíveis (com o viés de menor custo e rápida implementação), no sentido de autonomia, convivência e ambiente federado.

Os laboratórios on-line são utilizados nas empresas para capacitação de seus funcionários e pesquisas compartilhadas, bem como nos ambientes universitários. Os sistemas utilizados na modalidade de ensino a distância são denominados de *Learning Management System* (LMS).

LMS são sistemas que reúnem uma série de soluções para criação e estruturação de cursos na modalidade a distância, que pode ser entendido como uma ferramenta que integra soluções e serve de apoio a cursos semipresenciais, presenciais ou como um curso completamente *online*.

Geralmente são usados para Educação a Distância (EAD) e muitos são chamados de AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem), outros os designam por LMS (*Learning Management Systems*), que auxiliam no ensino e na aprendizagem virtual, permite visualizar conteúdos de aprendizagem de forma organizada de maneira controlada. Nesta tese, adotar-se a o termo LMS, tem como principal objetivo centralizar e simplificar a administração e gestão do ensino e aprendizagem através do *e-learning*. O sistema cobre o processo de formação a distância, possuindo interface direcionada para alunos, tutores, professores, administradores e a parte administrativa.

Os LMS permitem o uso de recursos que colaborem entre si, através da troca de informação e conhecimentos. Entre algumas ferramentas disponibilizadas por esses sistemas, tem-se *fóruns*, *blogs*, *chat*, RSS, vídeos, áudios, fotos etc. Em geral, esses ambientes disponibilizam interface amigável e simples para que se criem redes sociais específicas, fechadas, abertas ou parcialmente abertas, de modo que só os membros cadastrados tenham acesso e que novos integrantes só entrem com autorização. Isso cria um ambiente adequado

para os cursos, disciplinas que não precisa se preocupar com a interferência externa nos grupos, distorcendo os objetivos iniciais da criação do espaço.

Além disso, deve fornecer um conjunto de recursos relacionados a serviços de aprendizagem, a saber:

Administração: Gerenciameto de registro de usuário, definição papéis de perfis de usuários;

Embalagens de conteúdo: Organiza os conteúdos de aprendizagem em uma estrutura hierárquica e estabelece um mecanismo para trocar conteúdo entre a gestão de aprendizagem de diferentes sistemas. Alguns padrões estão disponíveis para obter este comportamento, como por exemplo, embalagens de conteúdo o SCORM (*Shareable Courseware Modelo de Referência Objeto especificação*).

Comunicação síncrona e assíncrona

Ferramentas: permitem aos usuários compartilhar informações, opiniões e experiências.

Avaliação: Os tutores e professores devem ser capazes de avaliar o progresso do aluno. Também os alunos podem fazer testes para ver o seu progresso pessoal.

A utilização de LMS vem sendo feita em várias situações de ensino, até mesmo em cursos presenciais como auxílio à gestão de atividades e disponibilização de materiais para os usuários. Os ambientes encontram-se num estágio de desenvolvimento que permitem que qualquer professor, com um mínimo de conhecimentos de informática, possa instalar, gerenciar e manipular seus conteúdos. Dentre as funcionalidades disponibilizadas por estes ambientes, encontram-se ferramentas de manipulação de texto e gráficos, o gerenciamento de arquivos de comunicação, de gestão, de acompanhamento do desempenho dos alunos, de segurança de acesso, de base de dados, de estatísticas de uso, de criação de testes e avaliações, entre outras.

Há uma série de organizações e universidades que implementaram alguma solução com LMS. Nesta tese, concentra-se no LMS de código aberto, Moodle, porque a natureza aberta do sistema permite a criação de módulos personalizáveis.

3.1.3.1 MOODLE - *Modular Object Oriented Developmental*

O nome Moodle (*Modular Object Oriented Developmental*) é um acrônimo do termo *Modular Object Oriented Developmental Learning Enviroment* e é um sistema de gestão de cursos (Course Management System – CMS) através da Internet. Uma das suas principais vantagens é ser *open source*, ou seja, possui código aberto, permitindo que um usuário com

conhecimentos de programação modifique e adapte o ambiente de acordo com as suas próprias necessidades.

O Moodle é um *software* livre distribuído sob licença GNU-GPL, colaborando com a opção pelo Moodle é o sítio na internet moodle.org, constituindo-se como uma comunidade virtual para a troca de informação, discussão e colaboração entre os usuários Moodle, além de incluir usuários anônimos a administradores de sistemas, programadores, professores, pesquisadores, desenhistas instrucionais e desenvolvedores, é aberto e gratuito e todos podem participar. O LMS Moodle foi, portanto selecionado, na versão 2.3.2+. A natureza de código aberto Moodle facilita o desenvolvimento de soluções adicionais que possam ser necessários para suportar os requisitos e aplicações específicas, um dos motivos para escolher seu uso no projeto Brlab.

Considerando as funcionalidades oferecidas pelo Moodle, sua adoção é altamente recomendada para sistemas de aprendizagem, juntamente com a adoção de padrões SCORM definidos pelo W3C. O uso padrão SCORM, facilita a portabilidade dos conteúdos, quer dizer, pode ser produzido em uma instituição e integrado para o ambiente de outra instituição que tenha LMS compatível com SCORM.

3.1.3.2 SCORM - *Sharable Content Object Reference*

O SCORM (*Sharable Content Object Reference – Modelo de Referencia para Objetos de Aprendizagem*) é um modelo de referência para construção de objetos de aprendizagem de modo que eles sejam reutilizáveis e interoperáveis para LMS, que suporte este modelo, isto é, padronizando uma maneira única de iniciar e comunicá-los com o LMS. É um modelo de referência, e não um padrão, por si só, que significa que é um conjunto de normas de várias organizações especializadas (GONZALEZ-BARBONE et al. 2012).

O SCORM que é desenvolvido de modo a incorporar diversas especificações de objetos de aprendizagem, tais como o IMS (*Instructional Management System*) *Learning Design* e o AICC (*Aviation Industry CBT - Computer-Based Training - Committe*), e desta forma, prover compatibilidade com os mais diversos LMS (*Learning Management System*) existentes. O conjunto de especificações do SCORM descreve como o conteúdo do objeto de aprendizagem é criado ou encapsulado.

O Modelo de Agregação de Conteúdo (CAM) é o padrão dedicado a definir a forma de agregar conteúdo para formar um pacote SCORM (SHIH, et al 2005), que descrevem os componentes SCORM utilizados em um objeto de aprendizagem, como empacotá-los para

utilização de sistema para sistema, como descrever esses componentes para possibilitar a busca e descoberta e como definir o sequenciamento para os componentes (ADL, 2004).

O LMS em conformidade com o padrão SCORM permite que seus usuários tenham acesso simplificado e padronizado a cursos de alta qualidade desenvolvidos em todo o mundo seguindo este conceito. Para que um objeto de aprendizagem torne-se um objeto SCORM, deve atender aos requisitos listados no quadro 3.1.

Quadro 3.1: Requisitos de um objeto SCORM

Requisito	Descrição
Reusabilidade	Deve ser modificado facilmente e usado por diferentes ferramentas de desenvolvimento e plataformas, além de ser aplicável em múltiplos contextos;
Acessibilidade	Capacidade de ser encontrado e torná-lo disponível, se possível por aprendizes e desenvolvedores de conteúdos, de qualquer local remoto;
Interoperabilidade	Ser operável em diversos tipos de hardware, sistemas operacionais e navegadores web;
Durabilidade:	Não deve ser necessário realizar modificações significativas (reconfigurar, reimplementação) com novas versões de software.

Fonte: ADL, (2004)

Segundo Freire et al. (2003) o pacote SCORM descreve métodos para conduzir as comunicações entre o curso e o ambiente de gerenciamento de aprendizagem.

Existem *softwares* comerciais e de uso gratuito que oferecem suporte para transformar páginas HTML com interatividade em pacotes compatíveis com o padrão SCORM, mediante o uso de ferramentas livres tal como o *Hot Potatoes* que, a partir da versão 6.2 passou a oferecer a opção de gerar um pacote SCORM (um arquivo “zipado”) que pode ser importado em qualquer ambiente virtual de aprendizagem compatível.

Enfim, o padrão SCORM define um modelo de "como se fazer" e "como se executar" cursos baseados na Web. As normas do padrão são uma coleção de especificações, criando um abrangente e apropriado grupo de habilidades do ensino via Web que permitem interoperabilidade, acessibilidade e reutilização de conteúdo.

Este capítulo apresentou uma visão sobre arquitetura, *framework* e-TOM, LMS. Os procedimentos de integração defendidos nesta tese preocupam-se com as questões de integração relacionados com sistemas de LMS.

Esta tese visa demonstrar as possibilidades de se criar uma rede de laboratórios, o que direciona para o próximo Capítulo sobre os ambientes de laboratórios.

4 AMBIENTES DE LABORATÓRIOS

Laboratórios são locais onde experiências são realizadas, transformam-se experimentos e conhecimentos em produtos. Este capítulo apresenta os principais conceitos que os fundamentam.

Elencou trabalhos científicos publicados sobre “Laboratórios e suas aplicações no Ensino em Engenharia”, projetos em desenvolvimento com possibilidade de compartilhamento, visando o entendimento do que já foi realizado sobre este tema, e quais as bases científicas que o fundamentaram. Por fim, procurou-se relacionar o conteúdo extraído das investigações realizadas ao objetivo desta tese, como forma de embasá-lo cientificamente e de nortear as atividades propostas nas fases subsequentes.

4.1 LABORATÓRIOS NO ENSINO DE ENGENHARIA

Considerando que a base para o desenvolvimento, em geral, está na capacidade de gerar e disseminar conhecimentos, de modo a fomentar novas descobertas e suas aplicações, é importante que tais atividades sejam desenvolvidas em ambientes laboratoriais, por serem locais destinados à realização de ensaio e experiência, ampliando a correlação entre teoria e prática (FAMÍLIA, 2005; LIMA, 2006; QUARTERO-OLIVEIRA, et al., 2009).

Os laboratórios desempenham papel crucial na formação de futuros cientistas e engenheiros. Entretanto, observam-se pontos de vistas diferenciados entre os educadores da área de ciências e engenharia sobre os tipos de tecnologias que devem ser usados nos laboratórios (CORTER et al., 2006). Bochicchio et al. (2009; 2010) explicam que aulas de laboratório são extremamente importantes nas escolas de Engenharia, tendo em vista que ilustram a validação de conceitos e análises, introduzem a prática profissional e as incertezas envolvidas em situações não ideais; além disso, proporcionam o desenvolvimento de competências sociais e o trabalho em equipe de ambiente técnico.

No entanto, os cursos de Engenharia necessitam de ambientes que possibilitem os alunos a testar a teoria na prática. Feisel et al. (2005) ensinam que a função do engenheiro é manipular materiais, energia e informação, criando, assim, benefícios para a humanidade. Para tanto, torna-se necessário ter conhecimento prático que vai além da mera teoria do conhecimento tradicionalmente adquirida em salas de aula. Nesse contexto, ganham importância as atividades didáticas voltadas para modelagem, visualização, simulação e experimentação (HSU et al., 2000; DENIZ et al., 2003; RONG, 2005; LIMA et al., 2008; GOMES et al., 2009). No ensino presencial ou no ensino a distância, o uso de laboratórios é uma atividade indispensável à formação do aluno, especialmente em Engenharia.

Há um questionamento sobre os laboratórios convencionais (reais) versus laboratórios remotos e laboratórios virtuais (NÉDIC et al., 2003; MA et al., 2006; GOMES et al., 2009). Os defensores dos laboratórios convencionais enfatizam habilidades presenciais que são essenciais à formação do engenheiro, embora os defensores dos laboratórios remotos, laboratórios virtuais ou laboratórios híbridos prendam-se à compreensão conceitual. Os limites entre os três tipos de laboratórios são abordados no sentido de que a maioria deles é mediada por computadores e de que a questão da presença pode ser tão importante quanto à tecnologia, enquanto que os tipos de laboratórios são vistos por alguns como catalisadores de ensino (FAMÍLIA, 2005; MA et al., 2006; LINDSAY et al., 2007; BOCHICCHIO et al., 2009).

Percebe-se que a natureza e as práticas dos laboratórios foram alteradas por duas novas automações intensivas em tecnologia: laboratórios remotos: Stonick', 1993; Albu et al. (2003); Corter et al. (2006); Zutin et al. (2010) e laboratórios virtuais (McAteer et al. 1996; Rosado et al. (2005); Quartero-Olivera e Pérez-Navarro (2009), como alternativa em relação ao laboratório convencional (real). Cada tipo de laboratório tem sido discutido a partir de perspectivas diferentes (FJELDLY et al., 2003; GOMES et al., 2009).

No entanto, o conceito de laboratórios baseados na web foi promovido com advento da Internet na década de 1970 aumento das redes de computadores a partir da criação da World Wide Web (WWW). O resultado do impacto das tecnologias de informação e comunicação levou a uma série de grandes redes de ensino, como o MIT OpenCourseWare (iLab) a European Schoolnet, além de muitas outras ações no desenvolvimento de laboratório de acesso a distância em todo o mundo (ORDUNA et al., 2012).

4.1.1 Classificação dos Laboratórios

Os laboratórios se classificam em três tipos: Laboratórios Convencionais (reais), Laboratórios Remotos, Laboratórios Virtuais e Laboratórios Híbridos (NEDIC et al., 2003; ROBERTS 2004; LIMA 2006; 2008; MA et al., 2006; CORTER et al., 2007; GOMES et al. 2009; ZUTIN et al. 2010). No entanto, os laboratórios on-line são os laboratórios acessados via rede (internet, extranet ou intranet). Cabe lembrar que nesta pesquisa não serão abordados laboratórios de acesso presencial (real); o foco são os laboratórios on-line.

4.1.1.1 Laboratórios Remotos (LRs):

Os laboratórios remotos, tão acessíveis pela web, são semelhantes às simulações em que o aluno não tem que ser colocado no laboratório. Os experimentos, geralmente, são realizados via rede, por controle remoto. É a combinação do aspecto físico com o acesso

virtual. O laboratório remoto é semelhante ao convencional; ambos são parte do mundo real. O experimento, de fato acontece, e os dados refletem as interações entre dispositivos com acesso a distância (MA et al., 2006; LIMA 2008; CORTER et al. 2007; LOWE et al. 2009). Pode ser capaz de executar o procedimento de laboratório várias vezes e, assim, explorar o espaço de possíveis resultados, variando os parâmetros experimentais.

A primeira geração de Laboratórios Remotos demonstrou a viabilidade e a eficácia de se desenvolverem experiências a distância, entretanto, com dois grandes inconvenientes: a falta de integração entre LMS e Laboratórios Remotos e a falta de interação síncrona entre os usuários na realização do experimento. No entanto, tem suas vantagens e desvantagens, conforme apresenta no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Laboratórios remotos: vantagens *versus* desvantagens

Vantagens	Desvantagens
Os usuários podem realizar seus experimentos com instrumentos reais, embora os instrumentos físicos sejam controlados a distância;	Cada organização educacional desenvolve a sua própria solução, por isso é muito difícil reutilizar o código dos programas.
O professor pode ter informações sobre o progresso do estudo (problemas que o estudante tenha encontrado, tempo que utilizou, etc.)	É necessário o uso de uma boa conexão de Internet, para que os áudios e vídeo sejam transmitidos em tempo real.
Não há restrições nem de tempo e nem de espaço, mas possui um custo médio de montagem, utilização e manutenção;	Necessita de infraestrutura de hardware para o desenvolvimento do mecanismo de captura e transmissão (dados, imagens, etc.)
Há feedback do resultado das experiências on-line.	

Fonte: Dados da pesquisa

4.1.1.2 Laboratórios Virtuais (LVs)

Os Laboratórios Virtuais (LVs) são as imitações de experiências reais. Toda a infraestrutura necessária para os laboratórios não é real, mas simulada em computadores (MA et al., 2006); LIMA et al., 2008; ZHOU et al., 2009). Prieto-Blázquez et al. (2008) afirmam que laboratórios virtuais são como uma alavancagem para a modelagem, simulação e tecnologias da informação para se criar um ambiente virtual altamente interativo. Esses laboratórios podem ser descritos como ambientes artificiais criados através de softwares (simulação). Supostamente, as simulações reduzem o tempo de aprendizado e trazem independência para os pesquisadores, professores e alunos (SANTOS et al., 2010). A grande vantagem de se utilizar o laboratório virtual é que este proporciona uma operação segura, com

a proteção construída no *software*, também muito utilizado na questão de treinamento de profissionais em situações de alto risco. Síntese apresentada no Quadro 4.2.

Quadro 4.2: Laboratórios virtuais: vantagens *versus* desvantagens

Vantagens	Desvantagens
Os usuários podem realizar seus experimentos independentemente de local, utilizando a internet;	Os usuários devem ter uma conexão de Internet;
Segurança, ou seja, nenhuma operação arriscada ou efeito indesejado irá ocorrer.	Restrição no resultado ou manipulação das experiências - em alguns casos não se pode reproduzir fielmente uma experiência nos laboratórios virtuais;
Quando os instrumentos reais são muito caros, o uso de programas de simulação é uma boa solução.	Os usuários não trabalham com instrumentos reais;
O aumento de produtividade por meio da redução do tempo de viagens e de capacitação de alunos a participar de múltiplas experiências distribuídas geograficamente.	Afeta as relações interpessoais
O servidor <i>web</i> permite ao usuário trabalhar com ferramentas de colaboração.	Não há interação com os recursos (contato)

Fonte: Dados da pesquisa

4.1.1.3 Laboratórios Híbridos (LHs)

Os laboratórios Híbridos(LHs) oferecem na sua estrutura o experimento remoto e acesso ao experimento virtual (simuladores). São a melhor opção, uma vez que podem oferecer duas formas de realizar as experimentações. Podem-se utilizar os simuladores (virtual), bem como a experimentação remota, agregando os recursos disponibilizados pelos laboratórios experimentais on-line. (LIMA et al., 2008; GOMES et al., 2009; ZUTIN et al. 2010).

A comodidade no manuseio de ferramentas virtuais, a ausência de riscos de dano real de equipamentos e dispositivos, componentes simulados e a criação de ambientes com controle total de variáveis, inclusive dos defeitos e imperfeições programáveis nos simuladores ou o acesso a distância aos recursos de um laboratório podem auxiliar o estudante na aplicação da teoria à prática. Nos laboratórios de acesso presencial, existem as limitações em determinados experimentos, em função da utilização de componentes diversificados e de instrumentais de custo mais elevado ou mesmo a questão do acesso (disponibilidade) e a presença física. Dentre os diversos benefícios dos laboratórios on-line, destacam-se:

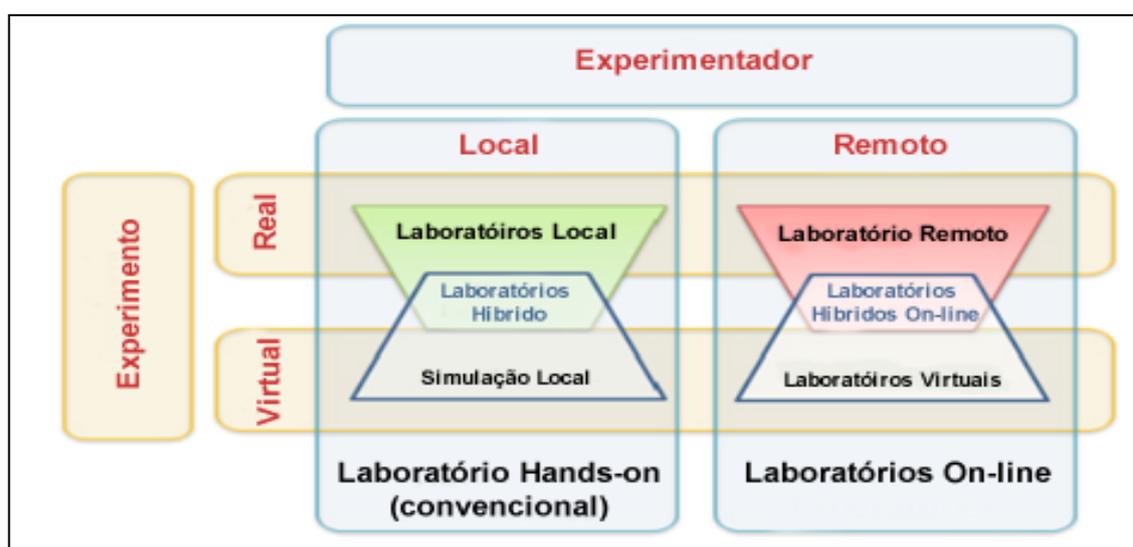
O compartilhamento de equipamentos até então restritos a um número limitado de pessoas por múltiplos usuários em diferentes localidades distribuídas geograficamente; o estabelecimento de padrões de divulgação de trabalhos científicos, principalmente em áreas

práticas, uma vez que os pesquisadores podem demonstrar de forma experimental os seus métodos propostos; formação de uma rede de colaboração de pesquisa; permite a colaboração envolvendo ensino e pesquisa entre pessoas e instituições em todo o mundo; eliminação de riscos de acidentes, uma vez que o acesso é a distância; facilidade de publicação dos resultados dos experimentos; capacitação de pesquisadores em participar de experimentos distribuídos; integração com o LMS; aumento do acesso a materiais pedagógicos por parte de estudantes, professores, pesquisadores e profissionais; atende as necessidades de experimentação de educação a distância e cursos a distância.

Alguns pontos foram reconhecidos por vários autores no tocante à forma de acesso a distância, tais como: facilidade de realizar ensaios e experimentos onde se pode repeti-los, sendo na sua própria casa, no local de trabalho, ou mesmo no laboratório, como meio de aprimorar seus conhecimentos, e eliminação de riscos de acidentes, que poderiam ocorrer quando os materiais fossem manipulados diretamente, podendo também ser usados para simular dispositivos complicados, caros e/ou inacessíveis ou substituir ambientes de experiências perigosas (LIMA et al., 2008).

Outros autores classificam os laboratórios em função do tipo de acesso. Zutinet al. (2010) fazem sua classificação baseados na realização dos experimentos e propõem uma ontologia para laboratórios dentro de um portal de laboratórios. seu trabalho está focado num ambiente em desenvolvimento. Não houve a preocupação de desenvolver uma ontologia de caráter universal. Figura 4.1.

Figura 4.1: Classificação dos laboratórios



Fonte: Zutin et al. (2010) (Adaptado)

Zutin et al. (2010), conforme Figura 4.1, analisam a partir da visão dos usuários (experimentador). Expõem que:

- Laboratório virtual: a base é um software de simulação.
- Laboratório remoto: o usuário tem acesso via rede ao experimento real.
- Laboratório híbrido: o usuário tem a sua disponibilidade experimentos por meio de simulação ou o acesso ao experimento real.

O experimento pode acontecer de duas maneiras: Real ou Virtual.

- Para o experimento real: laboratório convencional (real) ou laboratório remoto.
- Para o experimento virtual: local (simulação) ou laboratório virtual.

O experimento para um laboratório on-line pode ser remoto ou virtual (simulador). Um laboratório on-line é um ambiente que permite que o usuário possa realizar experiências via rede (intranet, extranet ou internet). Os laboratórios on-line consistem basicamente de software baseado em simulações ou experimentos, que por sua vez, são baseados em hardware e acessados via redes de computadores. São utilizados, tanto no programa de formação acadêmica e profissional, como no treinamento disponibilizado por empresas, o que implica no desenvolvimento de experimentos a distância. Além disso, de acordo com a interatividade entre a experiência e o experimentador, conforme mostrado na figura 7, define o modo como acontece a comunicação, que pode ser assíncrona ou síncrona.

A assíncrona é a comunicação bidirecional que ocorre com atraso, permitindo a cada participante interagir quando melhor lhe convier; pode-se indentificar como o modo *bacth* (o usuário recebe os resultados do experimento via e-mail) A síncrona, por sua vez, é uma comunicação bidirecional que ocorre em tempo real. Ambas as definições são relevantes para a conceitualização dos tipos de experiências realizadas em um laboratório on-line.

Experimentos são partes intrínsecas dos laboratórios de ensino e pesquisa. Os recursos advindos da web constituem um meio ideal para as finalidades remotas de educação, à medida em que oferecem possibilidades interessantes para a disseminação de tipos de material educacional aos usuários. (Murray et al., 2008; Goble et al., 2007) afirmam que a realização de experimentos requer um conjunto de atividades que devem ser seguidas na sua execução para elaboração, especificação, execução e análise de seus dados. Não é necessário que todos os experimentos realizados sigam este procedimento; às vezes etapas são suprimidas ou alteradas.

As experiências realizadas através de acesso remoto mostram que o experimento existe em um determinado local; o acesso é que é a distância.. A realização de simulações fornece experiências que não são observáveis na realidade. Podem ser realizadas por muitos alunos ao mesmo tempo, pois são facilmente reproduzíveis a qualquer momento. Tanto a realização das simulações quanto do experimento remoto permitem que haja maior flexibilidade quanto ao horário e à localização para que o usuário tenha acesso ao laboratório.

O uso de laboratórios on-line oferecem uma aprendizagem flexível independentemente de horário e local, oferecendo a possibilidade de compartilhamento, considera-se que os laboratórios acessados via rede são instrumentos que podem auxiliar no compartilhamento de recursos.

4.1.2 As Possibilidades de Compartilhamento de Laboratórios

A integração de recursos é tema já bastante discutido; no entanto verificam-se propostas de integração, tais como: laboratórios remotos WebLab-Deusto com o iLab (MIT), bem como a integração iLab(MIT) dentro WebLab-Deusto - ferramenta que permite aos estudantes acessar remotamente verdadeiros equipamentos localizados em outras universidades como se estivessem em um laboratório convencional (ORDUNA et al. 2012).

A vantagem dessa integração é que os usuários de uma Instituição (laboratórios on-line) podem consumir laboratórios da outra instituição, utilizando a sua instituição de acesso (origem). No entanto, percebe-se a integração de tecnologias e a utilização dos serviços, mas até o momento, nas Instituições que usaram de tais abordagens, não se fez a integração com LMS.

A integração de laboratórios on-line com LMS vem sendo discutida em estudos na área de ensino e aprendizagem em Ciências Experimentais, uma vez que tais cursos estão em evidência, o que leva as instituições de ensino e pesquisa a repensarem a forma de disponibilização dos recursos de laboratórios.

Numa análise das pesquisas sobre integração de laboratórios, Gomes et al. (2009) alertam que uma das características comuns à maioria dos atuais laboratórios remotos, seja para fins educacionais ou industriais, é que eles oferecem soluções autônomas, com capacidades limitadas e podem, ou não, cooperar com outras plataformas. A maioria dessas soluções é desenvolvida como especiais, ou soluções *ad hoc*, contando com diferentes tipos de tecnologias, ambos os computadores, as linguagens humanas. Bochicchio et al. (2009) afirmam que os laboratórios remotos são alvo de uma grande variedade de dispositivos, de

diferentes áreas científicas. As tecnologias variam muito de um laboratório remoto para outro, o que impede a reutilização e a interoperabilidade entre as aplicações.

Assim como assinalam Bochicchio et al (2010), o projeto pioneiro no compartilhamento de recursos de laboratórios foi o iLabs(MIT) - arquitetura compartilhada (ISA), que suporta reserva de acessos distribuídos, gerenciamento de usuário; é escalável mas não suporta (nas versões atuais de produção) os aspectos como colaboração multi-usuário síncrona e integração com LMS. Por outro lado, utiliza-se da arquitetura orientada a serviços. Os autores afirmam que a maioria dos LMS é rico em suporte à funcionalidade nos aspectos colaborativos, relevantes para laboratórios remotos (ou seja, ferramentas de colaboração, gestão de tarefas de avaliação, etc.).

Há laboratórios remotos disponíveis na internet, mas laboratórios remotos integrados com LMS são minoria, o que pode ser considerado uma área de pesquisa promissora, uma vez que a educação a distância é uma tendência e os cursos de Engenharia, em especial, precisam se adequar às novas exigências.

No entanto, muitas instituições de ensino reconhecem a importância de proporcionar o acesso a laboratórios on-line para seus usuários. Percebe-se a existência de vários simuladores espalhados em instituições de ensino e pesquisa, ou mesmo, disponibilizados na web de maneira desarticulada. Por outro lado, os laboratórios experimentais remotos necessitam de um maior controle; tal característica é pertinente à dos laboratórios de acesso presencial. Experiências remotas fazem uso de recursos limitados e representam o desafio de controlar o acesso aos mesmos para evitarem-se conflitos e maximizar a sua disponibilidade.

Existem projetos que já implementaram algumas soluções que abordam o acesso aos recursos dos laboratórios remotos. Algumas destas soluções são extensões para a funcionalidade LMSs e são utilizadas de maneira integrada, por exemplo o projeto MARVEL Ferreira et al (2005), que inclui um sistema de reservas para moodle. Percebe-se que é diferente de um recurso comum disponível em um LMS, um laboratório remoto, em que o usuário tem o controle sobre os recursos que estão sendo utilizados. Para garantir esse acesso exclusivo pelo usuário, é necessário utilizar um sistema de reserva. Experiências com sistemas de reservas para ambientes de laboratórios remotos podem ser observadas, como a utilizada no projeto Lila, Mateos et al. (2012), que utiliza um sistema de agendamento via Portal de acesso.

Porém, pode-se utilizar software proprietário, como iLabs, que é de código aberto em si, mas requer uma Máquina com Windows Server e usa o Microsoft SQLServer e Visual Studio.NET, ou NETlab, que se baseia em produtos de softwares proprietários licenciados.

Soluções baseadas em *software* proprietário não são adequadas para fins da proposta desta tese, pois podem gerar conflito com a política de licença, mas a estrutura delineada não impossibilita o uso de *softwares* proprietários.

Observa-se uma tendência em utilizar recursos de laboratórios remotos em cursos ofertados a distância, por isso a integração de recursos é discutida nas mais variadas áreas da Engenharia. Percebe-se a necessidade de oferta de laboratórios on-line que possam disponibilizar experiências laboratoriais as mais próximas possíveis dos ambientes ditos presenciais. A seguir, são citados alguns trabalhos que relatam alguns experiências de trabalhos com foco em laboratórios aplicados a ensino e pesquisa em Engenharia, foco da nossa proposta.

Restivo et al. (2009) citam um conjunto de experimentos projetados e desenvolvidos, além de alguns simuladores virtuais. Os experimentos são integrados em uma plataforma Moodle, que utiliza um sistema de servidor web baseado no LabVIEW 7.1, ligado por placas de interface de aquisição de dados, um servidor de vídeo e um sistema de reserva, desenvolvido como uma extensão da plataforma Moodle. O usuário pode, remotamente, realizar o experimento, obtendo informações de saída numéricas, gráficos e vídeos ao vivo e receber via e-mails resultados experimentais.

Schaf et al. (2009) abordam a integração de realidade mista em experiências remotas em LMS, utilizando o conceito de componentes intercambiáveis, que podem representar, tanto os dispositivos reais e virtuais, quanto *softwares* em sistemas de automação industrial.

Tratando desse tema, Gomes et al. (2009) relatam a importância de integração entre os sistemas de gestão de conteúdos. Para facilitar a integração propõem que seja feita a descrição dos metadados para facilitar o compartilhamento dos recursos de simulação. Apontam que os atuais laboratórios remotos, sejam para fins educacionais ou industriais, oferecem soluções autônomas com capacidade limitada, não cooperativa com outras plataformas.

Agostinho et al. (2010) traz a experiência de desenvolvimento de laboratórios de acesso remoto utilizando o paradigma da arquitetura orientada a serviço, implementando um modelo conceitual utilizando serviços web. Estes serviços constituem na infraestrutura básica para um laboratórios de experimentação remota. Discuti que apesar da literatura apresentar um grande número de implementações, poucas implementações seguem o paradigma da Arquitetura Orientada a Serviço (SOA).

Zutin et al. (2010) abordam a descrição de modelo genérico de laboratórios on-line e relatam que os laboratórios são essenciais para a experiência a distância. Consideram um

instrumento adequado para o compartilhamento entre instituições. Entretanto, apontam a falta de informação que descreve os recursos, entretanto, isto não é um problema só dos laboratórios on-line, mas da web em geral, como em outras comunidades também. Sugerem o uso da web semântica para descrever os tipos de conteúdos, pesquisar mecanismos para se criar uma base para novos experimentos, apontam a criação de um repositório onde informações específicas sobre o laboratório e as experiências realizadas sejam armazenadas e propõem um repositório semanticamente ligado para e-learning, visando reduzir os esforços dos usuários a encontrar e compartilhar informações.

Para Bochicchio et. al (2010) laboratórios remotos têm sido cada vez mais populares e seu desenvolvimento tem sido impulsionado principalmente para avaliar a viabilidade técnica de diferentes abordagens. Como as plataformas laboratoriais remotas estão ficando maduras, observam que elas ainda são construídas sem uma abordagem de interoperabilidade de compartilhamento. No entanto, a pesquisa para integrar laboratórios remotos em LMS foi reduzida pelo fato de que os LMS geralmente eram de domínios proprietários. Sistemas muitas vezes não são personalizáveis; isso explica porque a pesquisa realizada por cientistas concentrou-se em laboratórios operacionais, em vez de sobre a integração em padrão de e-Learning plataformas.

Richter et al. (2011) expõem que a formação de redes de laboratórios envolvendo as instituições de ensino pode ser uma alternativa para a área de ensino e pesquisa. Apontam algumas vantagens, dentre elas a diminuição de custo para as instituições de ensino e pesquisa, disponibilidade para os alunos, professores e pesquisadores e uma maneira de ampliar os atuais meios de ensino por meio do compartilhamento das estruturas laboratoriais.

Mateos et al. (2012) defendem o compartilhamento de recursos de laboratórios on-line como forma de propiciar aos usuários maior acesso a recursos de laboratórios on-line distribuídos em várias instituições de ensino e pesquisa e apresentam um sistema de reservas para os ambientes de compartilhamento de laboratórios on-line.

Orduna et al. (2012) traz a experiência de integração entre laboratórios ILab (MIT) com Webla-Deusto e Weblab-Deusto com ILab (MIT) em fase experimental. Aponta que a experiência direciona para a integração com outros laboratórios já em estudo de viabilidade.

Existem projetos em desenvolvimento buscando melhorar os processos de ensino e aprendizagem, envolvendo laboratórios, principalmente para a disponibilização de uso a distância em diferentes áreas da Engenharia. Na União Européia com programas de financiamento, consórcios que são compostos por instituições intercontinentais de ensino superior, envolvendo cooperação com instituições de outras regiões tais como a Cooperação

ALFA, entre as instituições européias e latino-americanas, o GOLC da comunidade europeia.. Por outro lado, é importante mencionar que um dos projetos pioneiros em experimentação remota é o ILabs do MIT, com a cooperação entre universidade, indústria e governo.

4.1.3 Tendências em Ambientes de Laboratórios

As discussões refletem uma ampla variedade de tecnologias nos ambientes de experimentação para os laboratórios on-line. Ressalva-se o uso de diversos recursos nas diferentes propostas para os laboratórios on-line produzidos por universidades de renome nas áreas de Ciências e Engenharia.

Tais experiências, com a junção da indústria (principalmente em Engenharia Eletrônica e automação), revelam relatos de parcerias que proporcionam ganhos para a educação, bem como para a indústria em geral. Um aspecto que é importante mencionar é o desenvolvimento aberto e padronizado do laboratório remoto. O fator chave por trás do desenvolvimento é a intenção de compartilhar laboratórios remotos sem limites geográficos. O compartilhamento eficaz requer plataformas comuns.

Enquanto o desenvolvimento de laboratórios, até a data, tem sido caracterizado por grande diversidade de abordagens, há sinais de que agora se aponta em direção ao desenvolvimento de abordagens comuns; preocupa-se, não mais com o aspecto tecnológico, mas com a questão da colaboratividade, integração com LMS, considerada hoje, por muitos pesquisadores como fator relevante da construção de laboratórios on-line.

No entanto, percebe-se que os investimentos no desenvolvimento ou na implementação em laboratórios on-line ainda são considerados altos, quanto ao custo para cada instituição isolada, uma vez que alguns laboratórios on-line são utilizados em determinados períodos e outra parte deles fica ociosa. Por sua vez, a utilização de laboratórios on-line em rede é uma alternativa ao modelo convencional de educação e pesquisa. Prover acesso físico direto a recursos envolvendo equipamentos e dispositivos de custo relativamente elevado ou situações de alto risco, muitas vezes torna-se inviável para a maioria das instituições, quando se considera o custo de implementação de laboratórios específicos, a necessidade de uma quantidade adequada ao número de usuários e o tempo de disponibilidade do uso dos ambientes para as implementações e testes, sem contabilizar os custos de manutenção e controle de acesso aos ambientes de trabalho.

Contribuindo com esta visão, Bochicchio et. al (2010) apontam que os pesquisadores têm investigado sobre como fazer plataformas distribuídas, interoperáveis e escaláveis. Surgem trabalhos descrevendo o uso da arquitetura orientada a serviços no domínio de

laboratórios remotos (AGOSTINHO et al., 2010). Este paradigma é usado para expor a funcionalidade de instrumentos, compor os fluxos de trabalho de medição em que vários níveis da arquitetura permitem flexibilidade, escalabilidade e interoperabilidade.

Gomes et al. (2009) acrescentam que, a fim de permitir uma integração do laboratório remoto no LMS específico, é necessário descrevê-lo em termos de seus metadados, bem como basear-se em normas específicas que permitem a interface com o laboratório remoto, utilizando conteúdo compartilhável - *Object Reference Model* (SCORM) e padrões definidos pelo IEEE 1484 e Metadados para Objetos de Aprendizagem (LOM). Essas são questões em aberto, que merecem atenção dos pesquisadores.

Fica evidenciada que a questão tecnológica está bem difundida na área de experimentação, mas a questão de como é disponibilização dos recursos ainda é pouco relatada. Há iniciativas tais como: o caso do Ilabs do MIT associado a diferentes tecnologias; a proposta do projeto Lila é disponibilizar os recursos para a integração com LMS nas instituições; neste caso distribuem-se os objetos compatíveis com o padrão SCORM; Iniciativas do Projeto Visir, que propaga o uso de bancadas de prototipação a serem replicadas nas instituições. Com uso de LMS percebem-se situações isoladas. Restivo et al. (2009) relata experiências com este viés, assim como expõe este tema (SANCRISTOBAL et al. 2010; 2011).

Considerando o exposto, a utilização de dispositivos de alta tecnologia fica restrita a grandes instituições e por consequência, a um grupo reduzido de usuários (alunos, professores, pesquisadores), tornando-se este um problema para o acesso a tais recursos, bem como as instituições que não contam com investimentos em tais áreas. Dessa maneira, percebe-se a necessidade de se pensar em mecanismos que facilitam o compartilhamento dos recursos nos ambientes de laboratórios on-line, bem como dos dados produzidos pelas práticas, seja no ensino (laboratórios experimentais didáticos), ou nos aplicados à pesquisa e à capacitação profissional nas empresas. No próximo tópico, apresentar-se-ão alguns projetos de ambientes de laboratórios on-line, a partir das publicações e disponibilização de informações sobre os mesmos em seus devidos portais..

4.1.4 Trabalhos Analisados

Trabalhos analisados a laboratórios remotos, laboratórios virtuais ou laboratórios híbridos em várias áreas buscam adequar as suas necessidades, tentando minizar seus problemas nas áreas de Engenharia Elétrica, Automação, Eletrônica, etc.. Entretanto, dentre os trabalhos analisados, os que mais se assemelham ao objeto desta Tese são: Projeto do iLabs (MIT), Projeto LILA(*Stuttgart*), Projeto *Phet* (Colorado) e Projeto LabShared (Austrália).

Existem outros projetos que poderiam ser referenciados e estudados nesta pesquisa, mas serão relacionados projetos aplicados à pesquisa, ensino e aprendizagem. A escolha aconteceu a partir da publicação sobre tais projetos em periódicos da área de pesquisa com foco no ensino de Ciências e Engenharias e em pesquisa nos portais dos referenciados projetos.

4.1.4.1 Projeto ILABS (Instituto de Tecnologia - Estados Unidos)

O iLabs (MIT) não está focado em um tema específico, mas em um conjunto de recursos necessários, principalmente para a Engenharia. A visão do iLabs é compartilhar equipamentos e materiais educativos associados a experiências de laboratório (HARDWARD, 2004; 2008). Criaram-se laboratórios remotos em microeletrônica, engenharia química, engenharia estrutural e processamento de sinais como estudos de caso para entender as complexas exigências de operação de experimentos de laboratórios remotos.

Ao contrário dos laboratórios convencionais, este pode ser compartilhado por outra universidade, a partir de um acordo firmado. No modo *batch* os experimentos são configurados previamente, enviados para o laboratório remoto onde são executados, e os dados gerados são enviados posteriormente para o aluno. Com o modo interativo, os alunos podem controlar em tempo real o experimento alterando parâmetros e observando o resultado (HARDWARD et al., 2008a). A arquitetura do sistema é baseada na oferta de serviços para a internet, seguindo o modelo de serviços *web-Services*, e pelo cliente instanciado por um navegador web. No entanto, não fornecem recursos padronizados como os dos LMS, incluindo serviços de aprendizagem. Até o momento não está integrado a um LMS (HARDWARD et al., 2008b). O objetivo do projeto iLab é criar um conjunto de recursos experimentais que tornam mais fácil para os professores em todo o mundo compartilhar seus laboratórios on-line por meio da disponibilização de serviços.

O iLabs não está focado em um tema específico, mas em um conjunto de recursos necessários, principalmente para a Engenharia. Participa de projeto de compartilhamento de sua infraestrutura, como parceiro no projeto do Lila. Na integração entre o iLabs e o Weblab-Deusto, em que se criou uma “ponte”, usuários de iLabs utilizam o Weblab-Desuto e vice-versa (ORDUNA, et al., 2012). O Quadro 4.3 mostra alguns dos serviços disponibilizados pelo iLabs.

Quadro 4.3: Serviços disponibilizados pelo Ilabs

Item	Descrição	Observações
Catálogo de serviços para os usuários /professores e alunos	- Cadastro do usuário;	Os usuários solicitam seu cadastro no sítio e informam se há grupos definidos e são outro tipo de usuário. Aguarda resposta sobre autorização.
	- Autenticação do usuário	Verifica a permissão que cada usuário tem para acessar determinados recursos no portal dos laboratórios.
	-Agendamento de horário nos laboratórios de acesso remoto;	O uso dos laboratórios remotos só é permitido mediante agendamento de horário.
	- Sistema de busca	O usuário pode localizar o recurso, obter as informações necessárias, mas o uso depende de autenticação. Há orientações de como utilizar os recursos, instalação etc..
Catálogo de serviços para os gestor	- Cadastro das Instituições parceiras	As Instituições utilizam os laboratórios do projeto mediante acordos e contratos.
	- Cadastro dos laboratórios;	Os laboratórios são disponibilizados para outras Instituições conforme acordos entre elas.

Os serviços são disponibilizados pelo projeto iLabs conforme acordos estabelecidos. Mais informações <http://icampus.mit.edu/projects/ilabs/>

O ponto forte do projeto Ilabs, que está aberto a parcerias com instituições de ensino e pesquisa em qualquer parte do mundo, buscando o compartilhamento da sua estrutura com outros laboratórios on-line por meio de acordos. Oferecem um conjunto de laboratórios on-line nas áreas de ciências e nas engenharia, disponibilizando serviços para os usuários através de autenticação para o uso dos recursos de laboratórios on-line.

Os pontos fracos podem ser considerados como a questão de o projeto tratar de laboratório on-line aplicado ao ensino e aprendizagem e, até o momento, ainda são poucas as alternativas em relação a inserir recursos que auxiliem o aluno e professor no sentido de integrar recursos colaborativos. No entanto, percebe-se a utilização de recursos como chats, e-mails, mas não se deve comparar com os advindos dos LMS, em que o professor acompanha a realização das atividades pelos alunos e orienta através de fóruns, o que propicia um ambiente em que o trabalho em grupo possa ter maior interação. Outra questão é o resultado das práticas experimentais, em relação aos dados coletados.

Na realização das práticas experimentais, o resultado fica armazenado na máquina do usuário. Nas experiências realizadas on-line não foram encontradas informações que apontassem para algum tipo de tratamento dos dados resultantes das experiências.

Compreende-se que não existe tratamento dos dados (armazenamento) resultantes de experimentos oriundos de práticas didáticas. É o projeto modelo que, em termos de experimentação remota, referenciado pela oferta de laboratórios e pelas iniciativas em termos de disponibilizar seus laboratórios de ensino e pesquisa, até o momento ainda não está integrado a LMS, mas existem recursos colaborativos em alguns laboratórios.

Neste sentido, deve-se pensar que muitas das práticas realizadas por um grupo de usuários, seus resultados analisados, se armazenados numa base de dados e disponibilizados para outros usuários, podem ser reutilizados ou servir de insumos para futuras pesquisas e até mesmo, evitar a repetição da prática, evitando-se gastos e riscos desnecessários.

4.1.4.2 Projeto LILA (Universidade de *Stuttgart*– Alemanha)

Lila" é a sigla para a "Biblioteca do *Labs*", uma iniciativa de oito universidades para o intercâmbio e o acesso a laboratórios virtuais e experiências remotas através da internet. O Lila constrói um portal que permite o acesso aos laboratórios virtuais e experiências remotas. Isso inclui serviços como um sistema de agendamento, conexão com os recursos da biblioteca, tutoria do sistema. O ambiente tem uma estrutura organizacional para a troca de experiências entre as instituições e para o acesso às configurações experimentais. Os principais grupos-alvo do Lila são professores universitários e seus alunos em aulas de graduação e pós-graduação das ciências naturais e engenharia. O objetivo do projeto Lila é combinar experiências remotas e experiências virtuais, visando à integração dos recursos de laboratórios on-line. (RICHTER et al., 2011; MATEOS et al., 2012).

Os professores utilizam o portal Lila para encontrar e identificar os simuladores que precisam para incluir em seus cursos. Faz-se *download* de tais simuladores a partir do portal Lila, e os envia para o LMS da sua instituição. Para este fim, o Lila oferece os simuladores na forma de pacotes compatíveis com quase todos os LMS. No projeto LILA, indica-se o uso do Ilias compatível com o padrão SCORM.

O acesso para os alunos ao material de aprendizagem é geralmente através do LMS de suas universidades que, como em qualquer experimento, tem que passar por este sistema. Isto não só facilita a integração das experiências já existentes em cursos on-line, mas oferece também um ponto de entrada único para os alunos, sem quebrar seu fluxo de trabalho estabelecido. Promove a integração das experiências em uma estrutura que oportuniza a colaboração e discussão sobre práticas experimentais entre os alunos. Fornece objetos para serem utilizados por meio dos LLOS (Lila Objects Aprendizagem), que é um padrão de troca dos objetos de aprendizagem no ambiente Lila compatível com o SCORM. No Quadro 4.4, mostram-se alguns dos serviços disponibilizados no site:

Quadro 4.4: Serviços disponibilizados pelo Lila

Item	Descrição	Observações
Catálogo de serviços para os usuários /professores e alunos	- Cadastro do usuário;	Os usuários são cadastrados pelas instituições de origem que devem ser participantes do consórcio.
	-Autenticação do usuário	Verifica a permissão que cada usuário tem para acessar determinados recursos no portal.
	- Serviço de busca por informações	O usuário pode localizar o recurso necessário no portal
	-Upload de simuladores	O usuário pode contribuir com a inclusão de simuladores, desde que dentro do padrão exigido.
	- Simuladores	O uso de recursos de simulação, (softwares) online é permitido a todos os usuários do Portal.
	- Armazena objetos de aprendizagem	Os objetos de aprendizagem são armazenados formando um repositório
	-Consulta material didático	Consulta material no ambiente
Catálogo de serviço para os professores	-Baixa material didático	Baixar material que dê suporte a uma prática.
	- Agendar horário nos laboratórios de acesso remoto;	O acesso aos laboratórios remotos só é permitido mediante agendamento de horário pelo professor que está solicitando a realização da prática no laboratório.
Catálogo de serviços para os alunos	-Download de simuladores - padrão de integração a um LMS	O usuário (professor) pode baixar recursos e configurar no LMS da sua Instituição.
	- Solicitação de reserva de laboratórios remotos	Os alunos devem solicitar ao professor a reserva do laboratório.
Catálogo de serviços para o gestor	-Cadastro das Instituições parceiras	As instituições são integradas ao consórcio mediante acordos e contratos.
	-Cadastro de simuladores	Cadastro/ inclui os softwares no ambiente
	-Cadastro dos laboratórios;	Os laboratórios são cadastrados no Portal pelo gestor de acordo com contrato das Instituições
	- Monitora os usuários	O acesso aos laboratórios só é permitido aos usuários vinculados às Instituições integradas ao consórcio.
	- Monitoramento do uso dos laboratórios remotos	Acompanha o uso dos laboratórios remotos pelas Instituições participantes do consórcio.

Serviços são disponibilizados pelo consórcio de acordo com as normas estabelecidas. Mais informações <http://www.lila-project.org>

Em cada laboratório on-line existe a lista dos simuladores disponíveis para o uso. O acesso aos laboratórios remotos só é permitido, até o momento, aos participantes do consórcio mediante solicitação do professor ao gestor do laboratório ou à instituição de origem, seguindo-se as normas já preestabelecidas do sistema de reservas. O ambiente do LILA está em fase de desenvolvimento. Algumas funcionalidades foram disponibilizadas para os usuários em 2012. As vantagens percebidas neste portal é que ele disponibiliza os simuladores no padrão de integração compatível com o SCORM, facilitando para as instituições participantes do consórcio, uma vez que se torna desnecessário ficar vinculado a um LMS; concentra-se num portal a união de vários laboratórios remotos, dispersos e com tecnologias diferenciadas e oportuniza o acesso aos laboratórios on-line de maneira centralizada. No entanto, a questão dos dados oriundos das experiências não indica tratamento.

Um dos pontos fortes do projeto é que ele oferece uma gama de laboratórios on-line de várias instituições de ensino e pesquisa e proporciona a troca de conhecimentos entre Instituições e Indústria. É considerado uma biblioteca de laboratórios on-line. Disponibiliza um ambiente em que o usuário faz sua autenticação, busca o recurso e, se necessário, instala-o em sua instituição de origem, de acordo com as permissões. Os objetos são desenvolvidos dentro de padrão próprio que seja compatível com o padrão SCORM.

Quanto aos pontos fracos, em se tratando de um ambiente que oferta laboratórios on-line para o ensino, os simuladores são disponibilizados para os usuários (professores) instalarem-no nas instituições de origem. Seguem o padrão de compatibilidade SCORM, entretanto, os Laboratórios remotos, que são integrantes ao projeto, não estão integrados a um LMS, mesmo sendo considerado uma porta de acesso aos laboratórios das outras Instituições que participam do consórcio. O portal não apresentou proposta de tratamento dos resultados das experiências realizadas a partir da entrada do usuário utilizando a sua estrutura. Se um usuário necessitar utilizar os dados para uma atividade, esses terão que ser transportados para o sistema. Neste caso, não há que se falar em compartilhamento de suas experiências a partir do Portal Lila.

Por outro lado, não fica claro como foi estruturada a rede de laboratórios, mesmo sendo um dos projetos que busca disponibilizar informações através de relatórios publicados anualmente.

Compreende-se que o projeto disponibiliza os laboratórios on-line e os simuladores para os que os professores possam estruturar suas atividades; para os alunos, o acesso é através da instituição. O acesso aos experimentos remotos é via reserva, mas não se expõe o

que se faz com os dados resultantes das experiências realizadas remotamente nos laboratórios vinculados ao projeto. Entretanto, deixa-se claro que os simuladores estão disponíveis no padrão próprio, mas de forma compatível com o SCORM. Entende-se que não existe tratamento dos dados oriundos de experimentos educacionais, não existindo, assim, o reaproveitamento dos resultados das práticas realizadas.

4.1.4.3 Projeto PhET – (Universidade de Colorado – Estados Unidos)

O PhET (Interactive simulations) oferece gratuitamente simulações de fenômenos físicos divertidas, interativas. É um ambiente que disponibiliza simulações em Ciências, de acesso livre, mantido pela Universidade de Colorado e seus patrocinadores. Tem a opção de ser utilizado *online*, e de se instalar o software específico da simulação ou o pacote da versão completa do Portal PhET. Uma vez instalado, não é necessário se conectar à internet para ver ou rodar qualquer umas das simulações, desde que seu computador possua *Java*, *Flash*, e algum navegador de internet como o *Firefox*, *Internet Explorer* ou *Safari*.

Este projeto realiza pesquisas, tanto no projeto de desenvolvimento das simulações quanto no uso de simulações interativas do processo de ensino e aprendizagem. A ênfase neste projeto é a questão dos processos de ensino e aprendizagem. Os princípios de design de simulação PhET são baseados em pesquisas sobre como os alunos aprendem (BRANSFORD et al., 2000). No entanto, as informações sobre o projeto são divulgadas por meio de artigos científicos publicados como resultado das pesquisas. O ambiente aceita contribuições de experiências para serem armazenadas no seu repositório. Todos os experimentos podem ser baixados e utilizados como recursos em sala de aula.

As simulações interativas desenvolvidas podem ser livremente usadas e/ou redistribuídas por terceiros - professores, estudantes, escolas, editores, etc. Todas as utilizações requerem a atribuição da obra. Além disso, o código fonte para todas as simulações Phet está disponível para uso e/ou modificação. O projeto é de acesso aberto a todos que desejam utilizar os recursos do portal, sem nenhum custo, desde o uso on-line até baixar e instalar no seu computador.

O Portal tem seus financiadores. No Quadro 4.5, mostram-se alguns dos serviços disponibilizados.

Quadro 4.5: Serviços disponibilizados pelo Phet

Item	Descrição	Observações
Catálogo de serviços para os usuários /professores e alunos	-Cadastro do usuário;	O usuário faz seu cadastro no sítio se desejar receber informações sobre o projeto, mas não é necessário o cadastro para ter acesso aos simuladores e material didático. (opcional)
	- Serviço de busca de informações	O usuário pode localizar o recurso necessário ou navegar pelo site.
	- Upload de simuladores	O portal aceita simuladores para integrar no seu repositório.
	-Download de simuladores	Todos os simuladores podem ser baixados, instalados em seus computadores e utilizados.
Catálogo de serviços para os professores	- Baixar material didático	Baixar material que dê suporte a uma aula.
Catálogo de serviços para o gestor	-Cadastro das Instituições patrocinadoras	As Instituições patrocinam o desenvolvimento e a manutenção da Infraestrutura do Portal Phet de acordo com os contratos/convênios firmados.
	-Cadastra simuladores	Cadastra os simuladores no ambiente.

*Os serviços são disponibilizados pelo projeto Phet conforme acordos estabelecidos. Mais informações <http://phet.colorado.edu/>
 Fonte: Dados da pesquisa

Um dos pontos fortes deste portal é que o Phet realiza pesquisas, tanto no projeto quanto no uso de simulações interativas para entender melhor como o aluno aprende e se as simulações podem realmente substituir um laboratório real. Para isso, democratiza o uso de seus simuladores, oferecendo o acesso livre a todo o material do portal, inclusive em vários idiomas. Aceitam-se doações de *softwares* de simulações que, após passar pela equipe mantenedora do Portal, integram-se à base de dados.

O ponto fraco, por se tratar de uma ambiente de Portal de pesquisa, ensino e aprendizagem, é que os recursos não são compatíveis para serem integrados, até o momento, com o LMS.

Nesse caso, fica claro que a preocupação é com a disponibilização dos simuladores para realizar pesquisa sobre o processo de aprendizagem nos ambientes virtuais. Não foram encontradas indicações quanto à questão da padronização para o uso em LMS. Como o objetivo do projeto é disponibilizar os recursos para os professores utilizarem em suas aulas, não há como tratar-se de armazenamento de dados resultantes das experimentações.

4.1.4.4 Projeto LabShare (Universidade de Tecnologia de Sydney - Austrália)

O Instituto Labshare (TLI) foi criado para assegurar a sustentabilidade em alavancar o uso de tecnologias de laboratórios remotamente acessíveis dentro do setor educacional da Austrália. O LabShare é liderado pela Universidade de Tecnologia de Sydney; é uma iniciativa conjunta da Rede de Tecnologia Australiana. O Instituto Labshare (TLI) é uma organização sem fins lucrativos, que fornece serviços de compartilhamento laboratório remoto para o setor educacional da Austrália, com o objetivo de promover melhorias no ensino de ciências e engenharias no país. Como provedor de soluções de uso de laboratório remoto incentiva a integração entre laboratórios remotos, promovendo a inovação tecnológica no uso de laboratórios remotos dentro da ciência e ensino de engenharia. Os laboratórios on-line integrados ao projeto são disponibilizados para seus usuários mediante o cadastro e o uso dos recursos, sendo necessária a autenticação.

O LabShare tem material pedagógico que auxilia os professores na estrutura das aulas.

Um dos pontos fortes deste ambiente é a preocupação com a organização das informações no Portal. As vantagens do LabShare é que ele tem em sua estrutura a inserção das atividades relacionadas com os laboratórios on-line disponibilizados no projeto e as disciplinas de que faz uso com atividades direcionadas para auxiliar o aluno nos seus estudos ou para o professor utilizar como aulas demonstrativas de livre acesso, além de uma taxonomia que orienta a organização da informação no Portal na busca por informações.

Um dos pontos fracos é que o ambiente não está integrado a um LMS; não foram percebidos até o momento recursos que proporcionem a interação com outros usuários simultaneamente. Não foram encontradas referências de armazenamento dos dados resultantes das práticas experimentais em tais ambientes.

A proposta da rede de laboratórios on-line para a Austrália direciona o ensino de determinados conteúdos, uma vez que o Portal disponibiliza informações de como apresentá-los nas disciplinas que utilizam tais laboratórios. Inclui aulas estruturadas sobre determinados conteúdos relacionados aos laboratórios on-line.

O Quadro 4.6 mostra alguns serviços disponibilizados pelo Labshare.

Quadro 4.6: Serviços disponibilizados pelo Labshare

Item	Descrição	Observações
Catálogo de serviços para os usuários /professores e alunos	- Cadastro do usuário;	O usuário faz seu cadastro para utilizar os laboratórios remotos que são listados no sítio, que deve estar vinculado a uma Instituição conveniada.
	- Autenticação do usuário	O usuário tem que ser autenticado para utilizar os laboratórios.
	- Agendar horário	Os horários devem ser agendados nos laboratórios, de acordo com sua autenticação de usuário.
	- Serviço de busca	O usuário tem a sua disposição a busca geral ou a navegação pelo site, a busca pode ser disciplinas disponíveis ou no catálogo de laboratórios.
	- Consulta material didático	Consulta ao material disponível no ambiente
Catálogo de serviços para os professores	- Baixar material didático	O material de livre acesso. Os usuários podem baixar material relacionado às disciplinas disponíveis
	- Baixar aulas demonstrativas	Baixar material de aulas demonstrativas relacionadas às práticas experimentais.
Catálogo de serviços para o gestor	- Solicitar horário de reserva de laboratório	Reserva horário no laboratório.
	- Cadastro das Instituições conveniadas	As Instituições que queiram utilizar a infraestrutura dos laboratórios on-line devem firmar acordos.

*Os serviços são disponibilizados pelo projeto LabShare conforme acordos estabelecidos.

Mais informações <http://www.labshare.edu.au/>

Fonte: Dados da pesquisa

Assim, os laboratórios on-line aplicados a práticas didáticas apresentam compartilhamento de tecnologias entre instituições Ilabs, e consórcios entre instituição e indústria Lila, além da disponibilização de seus recursos com acesso livre a todos os usuários PHET e parcerias LabShare, aplicados ao ensino e pesquisa em Ciência e Engenharias, disponibilizando serviços para seus mais diversos usuários.

No Quadro 4.7, mostram-se os serviços de cada projeto para os usuários de modo geral. A análise dos projetos de laboratórios on-line está focada nos serviços disponibilizados para seus usuários nos portais de cada projeto analisado. Porém, quanto a estruturação das redes de laboratórios nos projetos relacionados não fica claro como são suas estruturas e seus processos de construção. Neste sentido uma análise para saber se existe uma aplicação de uma arquitetura, na sua estruturação, além dos serviços já mencionados não foi possível analisar em função da falta de informações divulgada sobre a estruturação das redes,

compartilhamentos, em especial, os laboratórios de acesso remoto nos Portais de acesso e nos documentos consultados.

Quadro 4.7: Serviços disponibilizados pelo Ilabs, Lila, Phet, LabShare

Item	Descrição	Laboratórios			
		Ilabs	Lila	Phet	LabShare
Catálogo de serviços para professores, pesquisadores, alunos	- Cadastro do usuário;	X	X	X	X
	- Autenticação do usuário	X	X		X
	- Serviço de busca por informações	X	X	X	X
	- Download de simuladores			X	
	- Upload de simuladores		X	X	
	- Simuladores			X	
	- Armazena objetos de aprendizagem		X		
	- Consulta material didático online		X	X	X
- Baixar material didático		X	X	X	
Catálogo para professores, pesquisadores	- Agendamento de horário nos laboratórios de acesso remoto;	X	X		X
	- Download de simuladores no padrão para ser integrado a um LMS		X		
	- Upload de simuladores no padrão para ser integrado a um LMS		X		
Catálogo para alunos	- Solicitação de reserva de laboratórios remotos		X		X
Catálogo para gestor	- Cadastro das Instituições parceiras	X	X		X
	- Cadastra patrocinadores/ financiadores			X	
	- Cadastro dos laboratórios;	X	X		
	- Cadastro de simuladores			X	
	- Cadastro de simulador padrão para LMS		X		
	- Monitora os usuários		X		
	-Monitoramento do uso dos laboratórios remotos	X	X		X

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que questões relacionadas a ampliação da rede, bem como participação em outras redes por meio de adesões, até o momento, verificou-se que não é objeto de abordagem muito clara. Questões como topologias de redes utilizadas para a estrutura de laboratórios que se está construindo, como está sendo planejado a sua expansão e seus processos de gestão ainda são poucos explorados.

Na análise do conjunto dos serviços disponibilizados pelos laboratórios on-line direcionados ao ensino e pesquisa nas áreas das ciências experimentais, percebem-se pontos que merecem considerações. Observa-se que no uso de laboratórios remotos, todos os projetos são unânimes em exigir a autenticação dos usuários com vínculos ao projeto, por meio de suas instituições de origem, identificando o ponto de entrada; justifica-se o sistema similar aos acesso aos laboratórios reais. No caso dos laboratórios remotos, o acesso é a distância, mas envolve riscos e custos. Isto pode ser considerado um ponto estratégico muito importante a ser considerado na constituição de uma rede de laboratórios on-line.

No entanto, percebem-se pontos que precisam ser analisados em todos os projetos citados, uma vez que os laboratórios on-line são direcionados para o ensino e pesquisa (práticas didáticas). Neste quesito, é necessário que o ambiente disponibilize recursos que auxiliem seus usuários. Para o aluno, há a facilidade de compreensão dos conteúdos, e para os professores, o auxílio no desenvolvimento de suas aulas com a opção de se agregarem novos recursos. Sendo assim, apontam-se dois pontos fracos nos projetos de laboratórios on-line analisados: a falta de integração com LMS e de armazenamento dos dados oriundos das práticas didáticas.

Quanto à integração com o LMS, apesar de considerados os laboratórios on-line direcionados ao ensino, a questão de integração com LMS ainda é pouco utilizada com ambientes de laboratórios remotos. Nos projetos analisados, encontram-se laboratórios que possuem recursos colaborativos (chat), mas não se compara com os ofertados através de um LMS.

Entretanto, já se percebem iniciativas, como foram verificadas em Gomes et al. (2009) e Bochicchio et al. (2010), que apontam para atentarem-se aos recursos advindos dos LMS ao constituírem-se ambientes de laboratórios on-line integrados para viabilizarem o uso dos recursos numa abordagem didática, evitando-se, assim, acessos independentes, uma vez que os LMS são ambientes desenvolvidos tendo em vista auxiliar aos professores no desenvolvimento de suas atividades, utilizando-se dos recursos proporcionados pelo sistema, tais como: *foruns*, *chat*, questionários, disponibilização de vídeos, textos e som, como forma de auxiliar o aluno no processo de aprendizagem. Neste caso, a integração com laboratórios remotos traz a facilidade de realizar suas práticas experimentais integradas ao ambiente de desenvolvimento das atividades, o que implica para o professor a não replicação de dados e, para o aluno, um ambiente integrado e colaborativo.

Quanto ao armazenamento dos dados resultantes das práticas didáticas realizadas, até o momento nos projetos analisados, ainda carece de atenção. Compreende-se que os dados

produzidos nas práticas didáticas são de suma importância na constituição de uma base de dados do portal, uma vez que seus usuários são produtores e consumidores das informações armazenadas que serão distribuídas, tratadas, usadas, armazenadas, reutilizadas, novamente armazenadas e seguem um ciclo de uso e reuso.

É importante enfatizar que as colaborações entre instituições, professor, alunos e pesquisadores em todo o mundo podem constituir-se em contribuições significativas para a ciência e a engenharia em diferentes níveis variando, desde o desenvolvimento de novas estruturas, até experiências para a geração de novas tecnologias colocadas em uso de toda a humanidade. Entende-se que tal processo inicia-se através da formação do usuário (aluno). Portanto, bases de dados criadas a partir de seus ensaios e experiências podem ser um fator motivador para futuros cientistas.

Enfim, foi apresentada uma análise de trabalhos relacionados ao tema laboratórios on-line. Existem possibilidades de aplicação de laboratórios on-line no ensino, todavia, instituições de ensino e pesquisa ainda tendem a estruturar laboratórios convencionais, mesmo quando laboratórios on-line apresentam-se como uma alternativa interessante. Algumas instituições de ensino já aderiram à estrutura; entretanto, em instituições de menor porte encontram-se poucas referências nos trabalhos publicados sobre o tema. Não foram encontrados trabalhos que relatam os procedimentos para a estruturação, até a data, dessas redes de laboratórios on-line, aspectos em relação a ampliação, gestão dessas estruturas. Por outro lado, conclui-se que a dificuldade de adoção da estrutura em rede deva-se à pouca divulgação de informações sobre os procedimentos adotados, sobre os processos de construção ou mesmo sobre a quebra de paradigma para a aceitação de uma maneira de estruturação das redes de laboratórios. Nesta tese, busca-se apresentar uma maneira de se organizarem os ambientes de laboratórios on-line por meio de redes, mesmo em instituições educacionais de pequeno porte, que poderão adotá-lo ou compartilhar suas estruturas de laboratórios.

Neste contexto é que foi especificada a ARCL, tendo em vista a estruturação de uma rede de laboratórios on-line a partir da arquitetura em que busca apresentar um direcionamento para a construção de redes de laboratórios. Diante deste cenário é que foi construída a ARCL a partir da abordagem metodológica apresentada no próximo capítulo.

5 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Compreende-se que uma pesquisa inicia-se quando se conhece sobre sua natureza e procedimento de desenvolvimento. Neste capítulo, busca-se enquadrar o tipo de pesquisa desenvolvido e descrever os métodos e procedimentos adotados.

A metodologia explorada nesta tese adotou como tema os laboratórios e levou em consideração a busca por uma solução que pudesse apontar caminhos para a questão da organização dos laboratórios on-line, conforme constatado no estudo do estado da arte, que apontou a possibilidade de se reunir tais laboratórios on-line num canal de integração e acesso.

Neste cenário, o presente trabalho classifica-se quanto à natureza da pesquisa aplicada, e tem por objetivo gerar novos conhecimentos resultantes do processo de pesquisa – “como fazer” – e é dirigido à solução de problemas reais específicos, ao compartilhamento de laboratórios on-line e à integração de recursos (LAKATOS et.al., 2000; GIL, 2002; JUNG, 2004).

Quanto aos procedimentos, é experimental, utilizado para a obtenção de conhecimentos a partir de elementos fundamentais, e também, para se obterem produtos, (protótipos), processos e novos serviços, possibilitando o detalhamento de como conseguir um conhecimento, além de o modo como foi obtido (JUNG, 2004).

É considerada pesquisa bibliográfica, em que se utilizou de documentos cientificamente autênticos como fontes de informações, indicações e esclarecimentos, o que trouxe conteúdo para elucidar questões de pesquisa, cuja finalidade é conhecer as diferentes formas de contribuição científica sobre o assunto (Jung, 2004; 2009; 2010), neste caso, sobre a organização dos laboratórios em rede. Assim, os procedimentos empreendidos têm como direcionamento as etapas a seguir:

5.1 ETAPAS DOS PROCEDIMENTOS

Diante do universo de possibilidades, empreendeu-se a construção da arquitetura, em que se utilizou como referência os projetos de laboratórios analisados para identificar os serviços disponibilizados, os quais serviram como referência na construção do Brlab. Na sequência, decidiu-se pela utilização dos princípios da teoria de redes, tendo como foco a formação de redes organizacionais, a estruturação em camadas, associando-as ao *framework* e-TOM. Além disso, para verificar a viabilidade de aplicação da arquitetura, cujo entendimento não pode ser compreendido em sua totalidade na forma abstrata, direcionou-se para a criação de uma prova de conceito (protótipo).

O protótipo é um modelo para testes de projeto e configuração de recursos (KORHONEN et al., 2004; SYBASE, 2012). A opção feita por um protótipo tem por finalidade uma implementação resumida ou incompleta, realizada com o propósito de verificar que a arquitetura delineada em questão é passível de ser explorada de uma maneira útil. No caso de um protótipo funcional, a prova de conceito pode ser feita com uma demonstração, o que requer a configuração e a execução de um modelo com dados informados ou obtidos. Nesta tese é apresentado um protótipo com algumas funcionalidades implementadas para validar a ARCL.

Para que seja claro o caminho tomado na construção do protótipo, há a necessidade de se identificar as ferramentas e métodos aplicados para a compreensão do trabalho desenvolvido. A seguir, apresentam-se os procedimentos adotados explicitando-se os métodos e técnicas específicos.

5.1.1 Desenvolvimento dos Elementos Constitutivos de uma Arquitetura

Para elaborar uma Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios Online (ARCL) que oriente a construção de rede de compartilhamento de laboratórios, primeiramente, considerou-se o problema levantado e os objetivos para, então, especificar-se a ARCL.

Decidiu-se pelo uso da teoria de redes em que se aplicou a concepção de rede de valor, que é caracterizada pela flexibilidade e adaptabilidade às alterações do escopo do negócio, proporcionando à rede constituída a possibilidade de participar, não apenas de sua estrutura, mas também daquela que será disponibilizada pelos seus conveniados. As ligações propostas pela rede de valor têm por finalidade gerar valor para ambos os intervenientes, com inovações e estratégias em conjunto, potenciadas por um nível de cooperação e coordenação entre os conveniados.

Na sua estruturação, utilizou-se dos princípios da arquitetura em camadas em que se identificaram as camadas: relacionamento - trata do relacionamento dos usuários e fornecedores; provisionamento - trata dos procedimentos adotados para prover serviço com determinados requisitos de qualidade; e infraestrutura, que inclui a atividade ligada à manutenção e execução da infraestrutura física e de informação.

Utilizou-se dos processos do *framework* e-TOM, um framework lógico que permite estabelecer uma linguagem de comunicação dentro de uma organização e utiliza-se da modelagem por processos em que descreve um fluxo numa abordagem de raias. Serve como um mapa para direcionar processos de negócios para operadoras e prestadoras de serviços,

alinhadas com as necessidades operacionais voltadas a empresas fornecedoras de serviços de telecomunicações. Provê níveis de detalhamento, considerando-se os macroprocessos na vertical, e na horizontal, as gerências com seus processos, alinhados em todos os níveis de detalhamento.

Enfim, cada camada é organizada alinhadamente com a estrutura do framework e-TOM. Utilizam-se, na estrutura operacional vertical, os macro processos enquanto que na horizontal utilizam-se as Gerências. Assim, a estruturação da ARCL é apresentada no capítulo 6.

Para a construção do protótipo (Brlab) foram definidos os requisitos e as limitações para seu desenvolvimento com base na ARCL. Decidiu-se pela utilização do LMS Moodle e pelo padrão de integração do laboratório com o Moodle, o SCORM, o que resultou na integração de um laboratório de acesso remoto ao Brlab. Os procedimentos adotados para construção do Brlab estão descritos no subitem 5.1.1.1. Além disso, fez-se a análise de um cenário em que se aplicou a técnica de Análise de Redes Sociais (ARS) para analisar a tipologia de uma rede no subitem 5.1.2. O fruto desta análise identificou o cenário da aplicação da ARCL.

5.1.1.1 Construção do Brlab

O método adotado para o desenvolvimento do Brlab foi construído utilizando-se *Scrum*, uma metodologia aplicada para o desenvolvimento de software onde é importante que os papéis sejam bem definidos, seguindo-se as orientações propostas, com identificação clara dos envolvidos, responsabilidades e prazos bem acordados. Em seguida, planejou-se a *Sprint*, que é o tempo de realização (gasto) em um prazo pré-definido para o desenvolvimento do produto. Após elencar os produtos que serão criados, iniciou-se o *Sprint* e o desenvolvimento. Ao final de um *Sprint*, esse desenvolvimento é marcado com uma revisão e retrospectiva dos trabalhos. Assim, o ciclo pode começar novamente, tendo em vista as experiências adquiridas.

O *Scrum* baseia-se no desenvolvimento iterativo em que o produto pode ser entregue de forma incremental, antecipando-se o momento de entrega com redução de documentação do sistema e sendo adotado para sistemas que sofrem alterações ao longo do desenvolvimento. Com base em tais características bem definidas é que se deu a escolha desta abordagem para o desenvolvimento do Brlab, pautado na questão de ser um projeto em construção para disponibilização de recursos de laboratórios de acesso remotos e simuladores.

Para a construção do Brlab, tendo em vista a integração de laboratório remotamente acessível, levaram-se em consideração as funcionalidades básicas presentes na arquitetura e o integrou com o LMS Moodle.

Utilizou-se o Moodle, que é um sistema de gestão de cursos através da web, *software* livre, aberto e gratuito, selecionado na versão 2.3.2+. O principal objetivo é centralizar e simplificar a administração e gestão de cursos (GONZALEZ-BARBONE et al. (2010). O Moodle possibilita a criação de módulos customizáveis, um dos motivos para que fosse escolhido para o projeto do Brlab.

Do ponto de vista técnico, o Moodle é um aplicativo web baseado em PHP e banco de dados MySQL, em que novas funcionalidades podem ser adicionadas por meio de *plug-ins*. Isso permite que se possam desenvolver outras funcionalidades através do desenvolvimento de módulos personalizados.

Construíram-se os módulos de cadastro de laboratórios, agendamento de horário do laboratório (parcial), cadastro de experimentos, criar atividade, realizar análise e comentários e recurso de busca (parcial), por se tratar de um projeto piloto.

Todos os módulos foram desenvolvidos atendendo ao padrão de desenvolvimento do Moodle, utilizando-se linguagem PHP, banco de dados MySQL, que estão armazenados num servidor web. Os módulos disponibilizam os serviços no Brlab.

No entanto, para a integração de laboratórios on-line, é necessário que sigam-se padrões aceitáveis pelo Moodle. Um dos mais utilizados é o modelo de referência denominado SCORM (ADL, 2004; SHIH et al., 2005). O laboratório remoto de sensor será empacotado no padrão SCORM apresentado no método de integração.

Desenvolvimento do Brlab

O desenvolvimento do portal de acesso aos conteúdos dos laboratórios foi orientado pelo modelo de desenvolvimento de sites de Garret (2000), que considera a Arquitetura da Informação como o processo de estruturação e organização dos conteúdos em *websites*, incluindo-o em um *framework* composto pelos elementos de Interface e de Informação/Contexto. A Arquitetura da Informação é uma das fases para o desenvolvimento de *websites* que não se atêm aos aspectos de navegação.

Em um Portal de laboratórios on-line a identificação do público-alvo se faz necessária, principalmente, para a identificação dos recursos (serviços) que serão disponibilizados. Em tal ambiente, em geral, o contexto dos usuários é amplo, na medida em que passam a existir diversos perfis e características.

Neste cenário de laboratórios on-line, buscou-se identificar portais que disponibilizavam tais serviços e como acontecia a organização das informações para seus usuários e, com atenção para os usuários com necessidades especiais. Apesar de utilizar normas da usabilidade conforme orientações da W3C, não foi observada (relatado) preocupação neste sentido. Diante disso, buscou-se investigar meios que pudessem auxiliar usuários com tais necessidades⁵⁶. Entretanto não foi possível averiguar no protótipo as possibilidades de uso do Portal (na sua totalidade) por deficientes visuais, mas a pesquisa continua na busca de possibilitar acesso aos ambientes de laboratórios on-line para usuários com necessidades especiais.

Compreende-se que a diversidade de usuários impossibilita o entendimento de seu perfil sem uma especificação de contexto. ⁷Assim, o site foi concebido com base em uma visão focada nos objetivos, em que se tem o planejamento do conteúdo do portal de acesso aos laboratórios on-line orientados ao usuário e a suas necessidades, iniciando com a identificação dos usuários e de suas necessidades principais, delimitando o escopo do projeto de desenvolvimento. Trata-se de um projeto piloto, cuja finalidade é integrar laboratório on-line com o Moodle e coletar dados. Não serão desenvolvidas todas as funcionalidades planejadas, mas sim, as essenciais para a demonstração de uma prova de conceito.

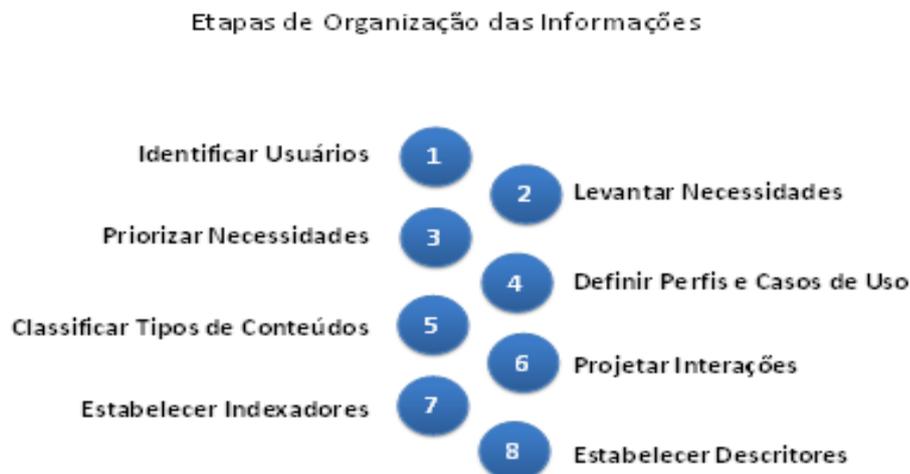
Tendo o Brlab o seu desenvolvimento integrado ao Moodle, utilizou-se dos recursos provenientes deste sistema, em especial, o cadastro dos usuários: a análise dos usuários e sua classificação formal em perfis de usuário, com base no agrupamento das necessidades comuns, diretrizes e políticas de segurança utilizadas no portal seguindo a orientação. O processo de organização dos conteúdos consiste na análise e classificação dos tipos de conteúdo necessários para o atendimento das necessidades dos usuários (planejado e não implementado). Neste caso, estabelecem-se esquemas de interação de cada perfil de usuário com cada tipo de conteúdo. O objetivo dessas etapas é obter aspectos da navegação e requisitos para a busca eficaz e eficiente das informações complementares para a contextualização das informações para os usuários. A Figura 5.1, mostra os passos sendo seguidos para a aplicação do método de Garret (2000).

⁵ Krippendorff (2000) argumenta que qualquer sistema ou interface será utilizado por pessoas em alguma instância e que deve ser compreendido quando usado pelas pessoas que têm objetivos próprios.

⁶ Tal investigação resultou dois artigos em Conferência e um em Journal Internacional (Lima et al. 2012; 2013), em especial, pessoas com deficiência visual.

⁷ Norman (1999) explica que o processo se inicia com usuários e suas necessidades, ao invés de se iniciar com a tecnologia que tem por objetivo servir ao usuário, por meio de sua adequação à tarefa. Já Vieira (2010) adverte que, para fazer o “levantamento do perfil do usuário de um portal, é necessário que conheça suas necessidades”.

Figura 5.1: Etapas da organização da informação



Fonte: Garret (2000) adaptado

Os passos apresentados na Figura 5.1 são compatíveis com a metodologia de Garret (2000), de modo que a necessidade dos usuários representam os passos 1, 2 e 3; as especificações funcionais abrangem o passo 4; os requisitos de conteúdo representam o passo 5; o design de interação aborda o passo 6 e a arquitetura da informação compreende os passos 7 e 8. No desenvolvimento do portal utilizou-se de tal método, em que se buscou adequar as necessidades de desenvolvimento do ambiente aos aspectos técnicos.

O Brlab foi planejado para suprir as necessidades de usuários (professores, alunos e pesquisadores) na busca por informações. A definição da estrutura do portal envolve a criação da base de dados em que, na construção dos indexadores – relacionados ao processo de indexação, que é ação de descrever e identificar os laboratório on-line e os experimentos realizados. Tem por finalidade extrair termos representativos com o objetivo de referenciá-los para uma melhor recuperação. Tais informações serão utilizadas para facilitar o processo de recuperação, enquanto os descritores irão compor as informações sobre o objeto a ser descrito.

O objetivo dessas etapas é obter aspectos da navegação e requisitos para a busca eficaz e eficiente das informações (indexadores), bem como de metadados complementares, para a contextualização das informações para os usuários (descritores).

O processo de organização da base de dados do Brlab perpassa pela identificação dos laboratórios e dos experimentos com base nas propriedades de cada um. Neste processo, são identificados os itens a serem descritos sobre os laboratórios, conforme mostra o Quadro 5.1,

criados a partir da estrutura do *Double Core* em que se define a unidade de referência (código) onde o laboratório será localizado.

Quadro 5.1: Propriedades de um laboratório on-line

Propriedade	Descrição
1 URL ⁸	Cada laboratório on-line tem uma Unidade de Referência Local, um localizador que dá acesso ao laboratório on-line.
2 URI ⁹	A Unidade de Referência Identificadora é o identificador exclusivo do laboratório.
3 Nome	Esta propriedade descreve o nome de um laboratório.
4 Proprietário	Representa o proprietário do laboratório (representa uma pessoa ou uma organização).
5 Criador	Responsável pelo desenvolvimento do laboratório on-line.
6 Administrador	O administrador representa o responsável pelo laboratório.
7 Data	A data de lançamento do laboratório.
8 *Modo de acesso	Esta propriedade apresenta informações sobre o modo de acesso ao laboratório on-line (acesso aberto, acesso a pedido, acesso restrito)
9 *Estado laboratório	Define se o laboratório está on-line ou off-line.
10 Descrição	É uma descrição textual sobre o laboratório on-line em relação ao hardware e ao software.
11 Dados técnicos	Esta propriedade fornece informações sobre a área técnica para os desenvolvedores de laboratórios on-line.
12 Requisito cliente	Esta propriedade fornece informações sobre os requisitos para os clientes. (Sistema operacional navegador).
13 Arquitetura	Descrição da arquitetura do laboratório.

*campos taxonômicos

Fonte: Autor

Os campos taxonômicos que visam padronizar a nomenclatura utilizada no ambiente no processo de cadastramento dos experimentos no laboratório criados a partir da estrutura do banco de dados serão considerados campos abertos e campos fechados (já predefinidos). Os campos criados na estrutura de banco de dados são identificados utilizando da estrutura do *Double core*, conforme mostra o Quadro 5.2.

⁸ URL um endereço. Localizador. <http://brlab.net>

⁹URI é uma cadeia de caracteres usada para identificar um *recurso* na internet e permitir a interação com representações do recurso através de uma rede, usando protocolos específicos. No caso o laboratório de sensor.

Quadro 5.2: Propriedades de um experimento.

	Propriedade	Descrição
1	Laboratório on-line	Um experimento é parte de um laboratório on-line. Identifica qual laboratório on-line
2	URI	Unidade de Referência Indicadora é o identificador exclusivo do laboratório.
3	Nome	Esta propriedade descreve o nome de um laboratório que está vinculado ao recurso.
4	*Campo científico	Representa qual a área de conhecimento. Ex. engenharia, ciências e suas subdivisões.
5	*Nível educacional	Representa o nível de ensino (básico, médio, superior).
6	Criador	Esta propriedade representa a pessoa criadora do experimento.
7	*Grau de dificuldade	Representa o nível de dificuldade do experimento.
8	Duração	O tempo que um usuário precisa para realizar experimento.
9	Período	Período que será reservado para a realização (dias).
10	Tipo	Representa o tipo de experimento: real ou virtual.
11	Descrição	Descrição textual sobre o experimento.
12	Material sobre experimento	Material que explica como se realizar a experiência. Orientações
13	Documentação	Relatório, comentários e análise sobre a experiência.

*campos taxonômicos: as propriedades definidas no quadro 5.2 experimentos. Existem campos considerados taxonômicos que não foram implementados neste protótipo.

Fonte: Autor

4. Campo científico: área de conhecimento: é um campo multiescalar com níveis hierárquicos. Capaz de utilizar as áreas de conhecimento definidas.

5. Nível educacional: grau de exigência de conhecimento. Tem gradação quanto ao grau de dificuldade:

básico – relacionado às 08 séries

médio – relacionado ao ensino médio

superior – ensino de graduação

especialistas – pós-graduação

7. Grau de dificuldade:

Alto (1)

Médio (2)

Baixo (3)

8. Duração – tempo de realização do experimento.

9. Período – com data de início e término.

10. Tipo: real ou virtual

As propriedades definidas no Quadro 5.1 - laboratório on-line e no Quadro 5.2 – experimentos, fazem parte da estrutura da base de dados. É o meio de identificação dos laboratórios e dos experimentos.

Para isto foi utilizado o banco de dados já pré-definido do Moodle. No entanto, criou-se uma tabela com as descrições necessárias de acordo com o projeto do portal, utilizando-se dos campos definidos nos Quadros 5.1 e Quadro 5.2.

O banco de dados armazena as informações de acordo com as descrições (formulário) preenchidas pelo usuário, o que impacta diretamente no processo de recuperação das informações na base de dados.

Para integrar laboratório remoto de sensor ao Brlab, tem que se adequar os laboratórios ao padrão SCORM, aceitável pelo Moodle.

Método de Integração

Para utilizar o laboratório remoto de sensor integrado ao Moodle, nesta tese é utilizado o padrão SCORM, uma coleção de especificações, cria um abrangente e apropriado grupo de habilidades do ensino via web que permitem interoperabilidade, acessibilidade e reutilização de conteúdo por meio dos objetos de aprendizagem.

Optou-se por transformar o módulo do laboratório de sensor, que está em pleno funcionamento, num pacote (*applets*). Primeiramente foi realizado o empacotamento de todos os recursos necessários para distribuir o pacote (*applets*) no padrão SCORM. A descrição do processo de integração do laboratório de sensor com LMS foi feita em um arquivo XML chamado *imsmanifest.xml*. O formato desse arquivo é descrito no modelo de agregação de conteúdo do SCORM, que é baseado na especificação de empacotamento de conteúdo. Fragmentos do código no anexo 2.

O laboratório empacotado é constituído pelos arquivos de recursos do laboratório de sensor e o arquivo *imsmanifest.xml*, reunidos em um arquivo do tipo .zip. Criado o arquivo .zip, o Moodle permite ao usuário responsável pelo ambiente, fazer *upload* de um pacote SCORM. O processo é idêntico ao de importar quaisquer recursos de imagem, texto, som, sendo necessário indicar o tipo de atividade a ser incluída no Moodle. Na opção de adicionar uma atividade ou recurso tem-se a de incluir um SCORM/AICC, onde é possível indicar o arquivo .zip a ser importado para o Moodle. Com a criação do pacote (*applets*) no padrão SCORM, em atenção aos requisitos de integração ao Moodle, o laboratório de sensor de acesso remoto foi integrado.

Para a demonstração da integração de um laboratório on-line, optou-se por realizar uma prática, como meio de comprovar a viabilidade da integração de laboratório remoto com o Moodle, que será apresentado na validação do Brlab.

Enfim, o laboratório de acesso remoto de sensor integrado está instalado em uma sala com equipamentos, servidores, roteadores, etc., necessários para a manutenção de uma infraestrutura de tecnologia que necessita que o ambiente seja mantido dentro de uma margem de temperatura, umidade, luminosidade e movimento, a fim de monitorar o ambiente da sala, com a finalidade de permitir a demonstração da viabilidade de integração de laboratório remoto com o LMS.

Com a integração admite-se que os dados possam ser compartilhados. Os sensores coletam-nos no ambiente onde estão localizados, armazenando-os na base de dados do portal. As informações ficam disponibilizadas para serem utilizadas de acordo com a necessidade dos usuários. Pode-se reutilizá-las, desenvolvendo-se atividades para seus alunos, ou como insumo para novas análises.

Recuperação da Informação

O processo de recuperação¹⁰ da informação é similar ao da indexação. Pode ser definido como um conjunto de dados padronizados, armazenados em meio eletrônico. A criação de uma base de dados possibilita a recuperação por experimento realizado e por laboratório cadastrado (implementado).

Com a formalização do ambiente para a verificação da arquitetura proposta em que, para tal, seus principais atributos funcionais e limitações foram definidos, o laboratório de acesso remoto necessário foi integrado ao Brlab os *softwares* pertinentes instalados e

¹⁰ Baeza-Yates et al. (1999) comentam a recuperação lida com as tarefas de representação, armazenamento, organização e acesso aos itens de informação.

configurados; buscou-se utilizar *softwares* de domínio público, e a estrutura construída e disponibilizada para a demonstração culminou na seção 7.2. Definiu-se pela demonstração de uma prática que foi capaz de validar a arquitetura proposta, por meio do protótipo construído. Os resultados desta demonstração serviram de base para a formalização das análises e conclusão.

Nesta tese, optou-se por apresentar a integração de um laboratório de sensor de acesso remoto utilizando a plataforma Moodle por causa da maturidade funcional, por ser *open source* e uma das mais utilizadas nas instituições que utilizam LMS.

No próximo tópico, apresenta-se a metodologia de Análise de Redes Sociais (ARS) utilizada para avaliar a rede lógica de uma Instituição de Ensino.

5.1.2 O Procedimento de Análise de Rede

A definição do modelo de redes estruturou-se com base na formação das redes interinstitucionais e no processo de Análise de Redes Sociais (ARS). Trata-se da área da tecnologia da informação e das ciências sociais que trata do processo de analisar redes, social, transporte ou tecnológica, com base na teoria de redes (ALEJANDRO et al., 2006; GARROSSINI, 2010). Utilizou-se da análise de redes sociais para analisar a rede de uma instituição de ensino a fim de se verificar a adequação do modelo de rede proposto com o existente na Instituição, tendo como referencia os trabalhos de ALEJANDRO et al. (2006); GARROSSINI (2010).

Nesta tese utilizou-se o *software* livre UCINET v.6.4.1, para Windows na versão gratuita disponibilizado pela empresa americana Analytic Technologies. Juntamente com o *software* utilizado para a análise dos dados, foi necessária uma ferramenta que, integrada a este sistema, gerou as imagens das redes formadas, o *NetDraw* v. 2.0.

5.1.1.2 Indicadores de Análise de Redes

Para uma análise mais detalhada das características da rede e de cada um dos seus componentes, é preciso recorrer à análise dos indicadores de rede. Estes indicadores podem ser calculados de forma individual (para cada nó) ou de forma conjunta (para toda a rede). A análise dos dados tem por objetivo identificar características importantes, tanto na rede como em nível organizacional. Quadro 5.3.

Índice de densidade: a densidade é um meio básico de medição do nível global de rede de integração entre as organizações. Seu cálculo é feito a partir da divisão do número de relações existentes entre as possíveis e da multiplicação por 100 [$D = RE / RP \times 100$]. O total das relações possíveis é obtido multiplicando-se o número total de nós pelo número total de

nós menos 1 [RP = NTN x (NTN - 1)]. O cálculo da densidade da rede permite definir se a rede é de alta ou de baixa conectividade (ALEJANDRO et al., 2006).

Quadro 5.3: Indicadores de redes sociais

Indicador	Ator	Rede completa	Descrição
Densidade	Sim	Sim	Mostra o valor em porcentagem da densidade da rede, isto, é mostra a alta ou baixa conectividade da rede. Densidade é uma medida expressa em porcentagem do quociente entre o número de relações existentes com as relações possíveis.
Centralidade	Sim	Não	O grau de centralidade consiste no número de atores com os quais um ator está diretamente relacionado.
Centralização	Não	Sim	Trata-se de uma condição especial na qual um ator exerce um papel claramente central ao estar altamente conectado à rede.
Intermediação	Sim	Sim	Trata-se da possibilidade que um ator tem para intermediar as comunicações entre pares de nós. Estes nós são também conhecidos como “atores-ponte”
Proximidade	Sim	Sim	Trata-se da capacidade de um ator para alcançar todos os nós da Rede.

Fonte: Alejandro et al. (2006); Garrossini (2010)

No caso de rede de laboratórios on-line, deve-se analisar a questão que envolve a gestão da rede. É importante, portanto, analisar o nível de integração de laboratórios na rede. Integração e coesão da rede geralmente são medidas usando-se a densidade.

Índices de centralidade é comumente usada para identificar os líderes da rede. Alta centralidade pode estar associada a poder e influência. O grau de centralidade corresponde ao número de atores ao qual um ator está diretamente ligado. Divide-se em grau de entrada e grau de saída, dependendo da direção dos fluxos. Grau de saída é a soma das interações que os atores mantêm com os outros. Grau de entrada é a soma das interações que os outros atores têm com um ator. O grau de centralidade revela o papel de cada ator na rede, compreendendo suas relações com os outros atores. Apresenta de forma clara o número de interações entre as partes.

Índice de centralização é uma condição especial que mostra como um ator exerce um papel claramente central por estar ligado a todos os nós, os quais necessitam passar pelo nó central para se ligarem aos outros. Altas centralidades de rede são associadas a reputações de poder e à influência sobre os atores da rede ou de setores de grande influência (HAGEN et al., 1997). Isso tem particular relevância para um estudo interorganizacional de coordenação e liderança.

A centralidade descreve a medida como a coesão é organizada em torno de determinados pontos focais. Centralidade e densidade são medidas complementares. A centralidade é a medida mais comum para medir a extensão em que uma organização pode ser integrada em uma rede. Por isso, compara-se a um tipo de rede estrela.

Grau de Intermediação: a importância de um ator recai sobre sua intermediação. Este termo expressa o controle da comunicação e interpreta-se como a possibilidade que um nó tem de intermediar a comunicação entre pares de nós. A medida de intermediação de um nó é obtida contando-se as vezes que este aparece nos caminhos (geodésicos) que ligam todos os pares de nós da rede.

A estes atores denominam-se atores ponte. Para ter um grau de intermediação numa rede, um nó deve ter pelo menos um grau de entrada e um de saída e estar nos caminhos geodésicos entre os pares de nós que se deseja ligar (ALEJANDRO et al., 2006).

Grau de proximidade: a capacidade de um nó se ligar a todos os atores de uma rede. Seu valor é calculado contando-se todas as distâncias geodésicas de um ator para se ligar aos restantes. Convém referir que este método (cálculo manual) só dá resultado com matrizes simétricas, em que as relações entre os atores se dão de maneira bidirecional (ALEJANDRO et al., 2006). Os resultados gerados pela análise de rede podem ser de diversos tipos, a depender do resultado que se espera.

No próximo Capítulo, apresenta-se o processo de construção da proposta de uma arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line, a partir da sua especificação.

6 ESPECIFICAÇÃO DE UMA ARQUITETURA EM REDE DE COMPARTILHAMENTO DE LABORATÓRIOS ON-LINE

A abordagem para se estruturar uma rede de compartilhamento de laboratórios on-line foi, inicialmente, a de construir uma arquitetura com a finalidade de permitir o compartilhamento dos laboratórios on-line vinculados. Este capítulo apresenta a formalização do procedimento de construção de uma Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios on-line

O procedimento de se criar uma arquitetura está relacionando à construção de um sistema simbólico de como uma organização quer usá-lo, e não sobre “o que” e “como” a organização deve disponibilizar a informação. A determinação ou seleção de uma arquitetura para ser implementada baseia-se na identificação dos seus componentes para fornecer uma visão geral na incorporação de suas informações.

O processo de construção de uma rede de laboratórios envolve uma cadeia de fatores que o compõem. Entre as propostas de implementação de laboratórios aplicados ao ensino e pesquisa analisados, há trabalhos cujo foco é tecnológico, os quais dedicam esforços em disponibilizar os recursos para uso e para o acesso a distância, a fim de tornarem o ambiente com características o mais próximas possível de um laboratório convencional. Porém, da maneira como são estruturados esses ambientes em redes ainda não foi percebida tal concepção.

A Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line é estruturada tendo em vista a sua aplicação na construção de redes de laboratórios on-line.

6.1 O PROCESSO DE ESTRUTURAÇÃO DA ARQUITETURA

A especificação desta arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line busca amenizar ou, em alguns pontos, solucionar problemas com a estruturação de redes de laboratórios on-line direcionados ao ensino e pesquisa. Porém, nos trabalhos analisados existem projetos de laboratórios on-line implementados, direcionados ao ensino e pesquisa em ciências e engenharias, como o Projeto Ilabs, Lila, Phet e o Labshare, mas até o momento não foi observada atenção com a estruturação desses ambientes em redes da maneira como este assunto é tratado nesta tese.

Entende-se que uma rede de laboratórios vai além da integração de tecnologias e a realização de experiências (práticas laboratoriais); existe uma série de procedimentos que

devem ser adotados para a sua constituição. Diante disso, compreende-se que são necessárias estruturas que auxiliem na construção de redes de laboratórios, de forma a garantir o planejamento e a sua operacionalização.

Diante de tal situação é que se elabora a Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line (ARCL), na tentativa de se nortear a construção de redes de compartilhamento de laboratórios on-line. Em linhas gerais, a ARCL é estruturada a partir da visão em camadas, concepções de rede de valor com a adequação dos processos do *framework* e-TOM.

A rede de valor é caracterizada pela flexibilidade e adaptabilidade às alterações do escopo do negócio, proporcionando à rede constituída a possibilidade de participar, não apenas de sua estrutura, mas também daquela que será disponibilizada pelos seus conveniados. As ligações propostas pela rede de valor têm por finalidade gerar valor para ambos os intervenientes, com inovações e estratégias em conjunto, potenciadas por um nível de cooperação e coordenação entre os conveniados (STABEL, 1998; MOLINARO et al, 2011, p. 35)

Já o e-TOM é um *framework* lógico, reconhecido como ferramenta estratégica que permite estabelecer uma linguagem de comunicação dentro de uma organização. Utiliza-se de decomposição hierárquica para estruturar os processos de negócios, a modelagem de processos em que descreve um fluxo de processos numa abordagem de raias vertical, direcionados a processos fim a fim, de forma a constituir os processos necessários para descrever o fluxo de atividades. Já na horizontal, possui a visão de funcionalidades entre todas as unidades organizacionais internas à organização (TM FORUM, 2007).

Assim, a arquitetura delineada é apresentada a partir da identificação dos atributos de uma estrutura em rede, direcionando a forma como deve ser constituída com o uso das proposições da arquitetura em camadas, associada aos princípios da rede de valor, com o uso dos processos do *framework* e-TOM.

6.1.1 Atributos de uma Rede de Laboratórios

Dentre os atributos deste tipo de rede, uma delas é compartilhar informações e infraestrutura que visam estabelecer níveis organizacionais que têm por finalidade gerar valor para ambos os participantes com estratégias em conjunto, sendo identificados a partir das necessidades de troca e o estabelecimento de elos que na estrutura em rede são fortemente contingenciados pela escassez de recursos das instituições em relação à implementação e manutenção dos laboratórios on-line.

Nesta tese, apontam-se fatores que motivam a instituição a aderir a uma rede de laboratórios on-line, tais como: necessidade, reciprocidade, inovação, custos, capacidade de flexibilidade e escalabilidade em função das características da rede que se está estruturando ou aderindo, a saber:

- Necessidade de compartilhamento de informações e recursos de laboratórios on-line implica que a instituição tenha disponibilidade na sua estrutura para troca de informações e que tenha o interesse em compartilhar seus laboratórios on-line.

- Reciprocidade: está no interesse e objetivo comuns no compartilhamento de estruturas de laboratórios on-line; enfatizam-se a colaboração, a cooperação e a coordenação entre as instituições integrantes do convênio.

- Inovação na estrutura em rede: traz o compartilhamento de ideias e de experiências, além do intercâmbio entre usuários das mais variadas maneiras, desde o compartilhamento de pesquisas, projetos e publicações, até as relações interpessoais. Espera-se que as ações desenvolvidas em conjunto tragam inovação e aprendizagem.

- Custos: espera-se ser baixo e com alta capacidade de oferta de variedade de serviços; possibilita o compartilhamento dos investimentos em laboratórios on-line, o aumento da oferta para seus usuários, paralelamente à diminuição dos custos de implementação e manutenção para as instituições. Numa instituição de pequeno porte pode ser considerada como um ponto positivo a participação numa rede, o que pode acarretar em ganhos mediante a junção com outras instituições.

- Flexibilidade na capacidade de adaptar-se: agrupa laboratórios on-line de áreas diversificadas, proporcionando elo entre os membros da rede, ligando as instituições umas com as outras, criando espaço de conectividade, organizado pelo discurso dos atores que as integram pelas relações sociais formadas, o que requer flexibilidade com as informações, inclusão de novos serviços e recursos disponibilizados em rede.

- Escalabilidade: é percebida à medida em que existe a ampliação da disponibilidade de laboratórios on-line. A rede deve ser capaz de crescer ou ser redimensionada no futuro, ainda que uma expansão não seja necessária na atualidade.

Considerando-se que as estruturas em redes de valor realçam as competências quando seus sistemas de informação permitem o compartilhamento do conhecimento através das unidades de negócio, as estratégias baseadas em rede de valor utilizam o portal de acesso e as informações para facilitar os relacionamentos entre seus usuários. Além disso, requer a existência de uma unidade de coordenação e controle, implicando, assim, na construção de

um portal de integração que opera o sistema em rede, resultando numa rede de interligações que partilha a participação em diversas outras redes, utilizando o modelo de adesão.

6.1.2 A Estrutura da Arquitetura

A estruturação dessa arquitetura perpassa pela construção das camadas, juntamente com os processos do *framework* eTOM, a partir de três camadas: relacionamento, provisionamento e a infraestrutura. Quadro 6.1.

Quadro 6.1: Descrição das camadas: relacionamento, provisionamento e infraestrutura

Identificação	Descrição
Camada de Relacionamento	Inclui atividade associada à manutenção, estabelecimento e relacionamento com o usuário e fornecedores. Agrupa as atividades relacionadas à rede de relacionamentos e à gestão de contratos entre instituições. Inclui as funcionalidades necessárias para a busca, melhoria e retenção do relacionamento com os usuários, à prestação de serviços e à qualidade de atendimento. Já os contratos de serviço representam os acordos entre instituições para o compartilhamento dos laboratórios on-line e estabelecimentos das políticas relacionadas ao uso e disponibilização dos serviços. Trata-se do relacionamento entre os provedores e consumidores de serviços.
Camada de Provisionamento	Inclui um conjunto de procedimentos que tem por finalidade prover serviço com determinados requisitos de qualidade. Envolve consumidores e provedores de serviços. Desenvolvimento e gerenciamento da entrega e melhoria nos serviços. Integra e padroniza os procedimentos operacionais distribuídos. Os serviços são oferecidos mediante acordos de interconexão entre laboratórios. Inclui a disponibilização dos serviços.
Camada de Infraestrutura	Inclui atividade ligada à manutenção e execução da infraestrutura física e de informação. Cobre a parte do gerenciamento operacional. Viabiliza as operações com recursos que suportam os serviços oferecidos aos usuários. Possui condições de gerenciar os recursos de suporte à operação da rede de laboratórios on-line. Responsável por garantir que a infraestrutura tenha condições de suportar a entrega dos serviços.

Fonte: Autor

Na vertical as Operações são o suporte ao Cliente. Conjunto de atividades operacionais para dar apoio ao estabelecimento dos produtos e serviços e seu funcionamento. Cobre a parte principal do gerenciamento operacional. Identifica-se o Suporte e Disponibilidade de Operações, Atendimento, Garantia de Qualidade e Faturamento: a saber:

- Suporte e Operação de Disponibilização: os processos relacionados ao suporte e disponibilização ao usuário. Responsável pelo suporte administrativo e de garantia de disponibilidade para os grupos de processos de Atendimento, Garantia e Faturamento.

- Gerência de Atendimento: responsável por atender os clientes com os produtos solicitados no tempo e maneira adequados e comprometidos. Permite informar os clientes do andamento da solicitação, garante o atendimento no prazo e o encantamento do cliente.

- Gerência de Garantia de Qualidade: refere-se à manutenção preventiva e reativa da rede; coleta e analisa os dados de desempenho, na busca de identificarem-se problemas e resolvê-los com menor impacto para seus usuários; gerencia acordos de níveis de serviços, recebe reclamações dos usuários e dá retorno ao usuário, relacionado à gerência na horizontal.

- Faturamento: trata dos registros, computa os acessos aos laboratórios, resolve problemas relacionados com cobrança e sua solução, e trata da maneira de tarifar o uso dos serviços disponibilizados nos laboratórios em rede.

Na horizontal identificam-se as gerências de relacionamento com usuários e fornecedores e a gerência de serviços e de recursos, que serão apresentadas juntamente com as camadas com suas devidas classificações. Porém, a gerência de relacionamento com fornecedores e parceiros será agrupada à de relacionamento com usuário na camada de relacionamento.

Porém, na estruturação da arquitetura, os processos podem ser decompostos, além dos apresentados neste documento. Ao alcançar o nível três de detalhamento apresentado aqui no mapeamento, observa-se a necessidade de decompor o processo em outro nível; pode-se ir decompondo, utilizando-se como referência o nível anterior. Caso necessite, é necessário que se reestude o processo e se verifiquem pontos que estejam causando conflitos.

6.1.3 Camada de Relacionamentos

Esta camada é responsável por atender aos usuários com os serviços solicitados no tempo e maneira adequados. Traduz as necessidades do usuário em soluções, que podem ser entregues usando-se os serviços do *portfólio*. Permite informar aos usuários sobre o andamento da solicitação e garante o atendimento no prazo acordado a seus usuários. Agrega as responsabilidades relacionadas com fornecedores e parceiros, além de acordos e contratos que versem sobre o uso de serviços ou produtos.

Agrupam-se os serviços disponibilizados para os usuários. Suporta os processos operacionais essenciais, provisionamento, faturamento relacionado a gerência da camada relacionamento. Trata-se do relacionamento entre os provedores e consumidores de serviços. O desenvolvimento desta camada leva em consideração os apontamentos nos projetos analisados em que foram identificados os serviços essenciais. Nesta tese é considerado as necessidades dos usuários e das insituições de ensino e pesquisa que necessitam de ambientes

de laboratório on-line para atender à realização de práticas experimentais de acesso a distância nos seus cursos independentemente da modalidade do curso.

Os serviços são disponibilizados para os usuários por meio das gerências que é responsável pela manutenção e retenção do usuário e fornecedores. Faz cadastro, exclusão ou alterações dos usuários. Registra informações, identificando cada perfil de usuário: professor, pesquisador, monitor, tutor, aluno, anônimos e gestor, cujas permissões de uso de serviços são atribuídas a cada um deles. Um usuário pode ter mais de um papel, que pode ter mais de uma permissão associada. Um papel implícito é o de usuário não autenticado, ao qual corresponderia o papel de anônimo. No Quadro 6.2, mostra-se o catálogo de serviços.

Quadro 6.2: Proposta de serviços a serem disponibilizados

Item	Descrição	Observações
Catálogo de serviços para os usuários /professores, pesquisadores, monitores, tutores, e alunos	- Cadastro do usuário;	Os usuários são cadastrados pelas instituições de origem que devem ser participantes do convênio
	- Autenticação do usuário	Verifica a permissão que cada usuário tem para acessar determinados recursos no portal.
	- Serviço de busca por informações	O usuário pode localizar o recurso necessário no portal. É guiado por uma taxonomia. Busca por laboratório, área do conhecimento e disciplinas.
	-Upload de recursos	O usuário pode contribuir com a inclusão de simuladores, desde que dentro do padrão exigido.
	- Simuladores	O uso de recursos de simulação online (softwares) é permitido a usuários com acesso ao Portal.
	-Armazena objetos de aprendizagem	Os objetos de aprendizagem são armazenados formando-se um repositório que é disponibilizado para o usuário
	-Acesso à ambiente colaborativo;	O usuário tem acesso aos recursos colaborativos (chats, fóruns, blogs. As práticas são realizadas em ambiente integrado ao LMS.
	- Baixar material didático	Baixar material que dê suporte a uma prática ou consulta online.
Catálogo de serviço para os professores, pesquisadores, monitores e tutores	- Armazenamento de dados	Todos os usuários podem armazenar os resultados das suas práticas experimentais.
	- Exporta dados	Os usuários têm permissão para exportar dados resultantes de sua coleta para outros sistemas.
	-Agendamento de horário nos laboratórios de acesso remoto;	O acesso aos laboratórios remotos só é permitido mediante agendamento de horário pelo usuário.
	- Upload de aulas demonstrativas relacionadas com os laboratórios.	Os usuários podem contribuir com conteúdos relacionados aos laboratórios
Catálogo de serviços para professor pesquisador	- monitora aluno	Monitora os alunos na realização das práticas
	- Acompanhamento do usuário	O professor acompanha o desenvolvimento das atividades e avaliações do aluno.
Catálogo de serviços para os alunos	- Exporta avaliações para outros sistemas	O professor pode exportar as avaliações dos alunos para outro sistema.
	-Solicitação de reserva de laboratórios remotos	Os alunos devem solicitar ao professor, pesquisador, monitor ou tutor,a reserva do laboratório.
Catálogo de serviços para anônimos	- Cadastro do usuário	O usuário faz a solicitação de cadastro no ambiente
	- Acesso a informações gerais	Tem acesso à leitura informativa sobre os laboratórios, mas não tem permissão para executar nenhuma experiência ou atividade no portal.
Catálogo de serviços para os gestores	-Cadastro das Instituições conveniadas	As Instituições são integradas ao convênio mediante acordos e contratos.
	-Cadastro dos laboratórios (recursos)	Os laboratórios são cadastrados no Portal pelo gestor de acordo com convênio.
	- Monitora os usuários	O acesso aos laboratórios só é permitido aos usuários vinculados a Instituições integradas ao convênio.
	-Monitoramento do uso dos laboratórios remotos	Acompanha o uso dos laboratórios remotos pelas Instituições participantes do convênio.
	- Exporta dados para outros sistemas	Tem permissão para exportar dados do sistema

Fonte: Autor

Os serviços listados no Quadro 6.2 mostram que nos ambientes de laboratórios on-line seus usuários têm permissões específicas para acessar os serviços disponibilizados. Em cada camada há processos de gerência com seus subprocessos. Nesta Camada de Relacionamento identifica-se a Gerência de Relacionamento com o Usuário e Fornecedor garante o atendimento ao usuário.

6.1.3.1 Gerência de Relacionamento com o Usuário e Fornecedor

A gerência de relacionamento com o usuário e fornecedor é composta de um grupo de subprocessos e tem a gerência de interface com o usuário que é responsável pela interação com usuário e fornecedor. Inclui as funcionalidades necessárias para aquisição, retenção, relacionamento com usuário. Comporta os subprocessos verticais de suporte e disponibilização, marketing, atendimento, qualidade e faturamento. Gerenciar contrato e solicitação, cadastrar, analisar e notificar usuário do ambiente de laboratório. Figura 6.1.

Figura 6.1: Gerência de relacionamento com usuário



Fonte: TM FORUM, (2007) (adaptado)

- Gerência de Interface com Usuário e Fornecedor: trata das interações entre usuários e fornecedores. Cobre gerência de problema e qualidade de faturamento. Subprocessos: Gerenciar contato e solicitação usuário e/ou fornecedor, analisar e notificar usuários e/ou fornecedor, mediar contato com usuário e/ou fornecedor.

- Suporte e Disponibilização ao Usuário: gerencia e dá suporte ao usuário. É responsável por controlar, autenticar o acesso e verificar permissão para solicitar o serviço, além do controle de acesso. Suporta os subprocessos: Suportar a gerência de interface com usuários e/fornecedor, suportar marketing de lançamento de produtos e/ou serviços de laboratórios, atendimento a pedidos, gerência de tratamento de problemas e qualidade de serviços, gerência de faturamento controle de acessos e gerência de contratos e acordos disponibilizados pelos laboratórios em rede. Gerenciar cadastro de usuários e/ou fornecedor;

gerenciar cadastro de ofertas de produtos e serviços; suporte, retenção e fidelidade de usuário fornecedor.

- Marketing de Lançamento de Produto e/ou Serviços: trata dos processos de lançamento, comunicação ao usuário de serviços ou produtos nos laboratórios. Suporta os subprocessos de emitir, distribuir material de divulgação dos produtos e serviços da rede de laboratórios.

- Atendimento a Pedidos Solicitados: trata da solicitação dos usuários. Verifica se o usuário foi atendido. Comporta o subprocessos: autorizar pedido, emitir ordem de pedido, acompanhar e monitorar pedidos dos usuários, notificar pedido e fechar a ordem de pedido.

- Gerência de Tratamento de Problema e Qualidade: responsável por gerenciar os problemas associados com o usuário, principalmente as reclamações, falhas no atendimento, qualidade do atendimento, qualidade dos serviços prestados. Os subprocessos são: criar notificação de problemas, isolar problema com usuário e fornecedor; corrigir, recuperar, acompanhar e gerenciar o problema; gerenciar qualidade de serviços; fechar notificação de problemas; avaliar e notificar desempenho e qualidade dos serviços, gerenciar desempenho e qualidade dos serviços; fechar notificação de desempenho e qualidade de serviços.

- Gerência de Faturamento e Contabilização: refere-se aos procedimentos relacionados a fatura/contabilização do uso dos serviços. Computa os números de acessos por cada usuário aos laboratórios, obedecendo às cotas definidas, bem como ao faturamento do número de acesso total. Informa os acessos realizados. Contabiliza os acessos. Subprocessos são: gerenciar acessos e contabilização de acessos ou fatura, criar e disponibilizar contas de contabilização de acessos.

- Gerência de Acordos e Contratos: responsável pelo estabelecimento de acordos e parcerias na rede de laboratórios. Envolve os critérios de participação da rede, inclusão de novos laboratórios na rede. Os subprocessos relacionados são: gerenciar acordos e contratos; gerenciar e avaliar parcerias; incluir e excluir parceiros na rede, regular as normas e procedimentos de adesão à rede. Fechar acordos.

- Retenção e Fidelidade de Usuário e/ou Fornecedor: trata dos processos de estratégia de manter o usuário utilizando os serviços ofertados no ambiente. Cobre o provisionamento, qualidade e faturamento. Subprocessos são: personalizar perfil de usuário e /ou fornecedor, analisar e gerenciar riscos, validar a satisfação do usuário, estabelecer e finalizar o relacionamento com o usuário e/ou fornecedor.

Compreende-se que esta camada de relacionamento de gerenciamento versa sobre os relacionamentos consumidores e provedores de serviços para o atendimento ao usuário, para quem o serviço de laboratório é ofertado. Incluem as funcionalidades necessárias para a busca, melhoria e retenção do usuário e/ou fornecedor no ambiente de laboratório em rede em função da oferta e disponibilização dos serviços. Condição a ser tratada na camada de provisionamento dos serviços.

6.1.4 Camada de Provisionamento

Nesta camada incluem-se as funcionalidades necessárias para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento e operação dos serviços com foco na entrega e no gerenciamento do serviço. Inclui um conjunto de procedimentos que tem por finalidade prover serviço com determinados requisitos de qualidade. Envolve os acordos de uso de laboratórios através de convênios com instituições.

O provisionamento dos serviços prestados pela rede perpassa pela capacidade de disponibilização dos serviços e das informações na rede, entende-se que as instituições mantenedoras têm os recursos adequados para suportar a demanda na oferta de serviços de laboratórios on-line. Requer que tenha conexão de internet com qualidade de atendimento dos seus usuários e condições de disponibilização de tempo de uso.

É importante ter visão de recurso de largura de banda da instituição, conhecer seus usuários e identificar suas necessidades para o provisionamento de serviços a partir dos recursos e estrutura de laboratórios existentes. Por exemplo, partindo do ponto de vista de que haja os 04 (quatro) laboratórios on-line que possibilitem o acesso as 24 (vinte e quatro) horas durante 07 (sete dias da semana), devem-se identificar os recursos de cada laboratório, a quantidade de acessos permitidos, mas atendendo as condições definidas na rede para disponibilizar um laboratório. No Quadro 6.3, mostra-se exemplo de laboratórios on-line.

Quadro 6.3: Laboratórios on-line

Local	Laboratório	Capacidade /Tempo/acesso	Disponibilidade atual	Observação (link)
Campi 1	Voltímetro	10/60	400kbs	¹¹ RNP
Campi 2	Osciloscópio	10/60	500kbs	RNP
Campi 3	Voltímetro	10/60	300kbs	RNP
Campi 4	Sensor	10/60	400kbs	RNP

Fonte: Autor

¹¹ Rede Nacional de Pesquisa

A maneira de disponibilizar o uso de laboratórios on-line para cada instituição depende de acordos firmados, o que pode ser por período de disponibilização com horários predefinidos, sistemas de cotas, enfim, os critérios têm que ser definidos em conjunto. Uma das maneiras pode ser por número de acesso para cada instituição, uma vez que o usuário, para fazer uso de um laboratório on-line tem que fazer uma reserva, requer que esteja vinculado a uma instituição conveniada. Cada laboratório disponibilizado informa o número de acessos permitidos por mês. O montante é distribuído entre as instituições conveniadas mediante acordos firmados. O usuário entra no ambiente e agenda um horário que melhor se possa adequar às suas necessidades. Neste caso, o sistema de agendamento tem que monitorar a disponibilidade de cada laboratório, confirmar a reserva e computar o acesso. Controla o provisionamento de serviço que será disponibilizado para cada campi. Quadro 6.4.

Quadro 6.4: Quantidade de acessos permitidos em cada laboratório para cada campi/dia

Local	Voltímetro	Osciloscópio	Voltímetro	Sensor
Campi 1	40	20	30	10
Campi 2	40	20	30	10
Campi 3	40	30	30	10
Campi 4	40	30	30	10

Fonte: Autor

Neste caso, para cada campi seria definido o número de acesso disponibilizado. O dimensionamento do uso por cada instituição conveniada é acordado a partir da disponibilização dos laboratórios na rede, atendendo aos requisitos de capacidade de uso do laboratório na rede. A disponibilização deve ser planejada, verificada sua capacidade que atenda à demanda dos seus usuários pelos serviços. Nesta camada comporta a Gerência de Operações de Serviços que cuida do provisionamento dos serviços.

6.1.4.1 Gerência e Operações de Serviços

Esta gerência é direcionada ao conhecimento do serviço. Inclui as funcionalidades necessárias para o gerenciamento dos serviços prestados nos laboratórios que atendam aos propósitos dos usuários. Inclui as funcionalidades necessárias para gerenciamento e operação dos serviços de comunicação e informação. Trata do acesso, conectividade para que os serviços estejam sempre disponíveis. Cuida do operacional da organização em rede. Foco na entrega e gerenciamento do serviço.

Responsável pela entrega dos serviços deve garantir que a estrutura tenha condições de suportar as demandas de serviços. Trata da alocação dos serviços em laboratórios específicos, confirmar a disponibilidade dos serviços, atender solicitações, gerenciar serviços solicitados pelos usuários, acompanhar e gerenciar o provisionamento de serviços através da coordenação das atividades relacionadas, incumbir de acompanhar o provisionamento e conferir se os recursos necessários estão disponíveis para provisionar serviços. Ao mesmo tempo, é responsável por notificar sobre o provisionamento de serviços.

Esta gerência organiza e disponibiliza serviços que garantem o atendimento ao usuário, procura dar o suporte e acompanhamento a este em relação aos serviços solicitados. Na Figura 6.2, mostra-se a representação da Gerência e Operações de Serviços.

Figura 6.2: Gerência e Operações de Serviços



Fonte: TM FORUM, (2007); (adaptado)

Os processos garantidos por essa gerência são:

- Suporte e Disponibilidade de Serviços: responsável pela gerência de disponibilização e operação dos serviços prestados nos laboratórios, monitora os serviços disponibilizados, garantindo que o usuário seja atendido. Suportam os subprocessos: gerenciar cadastro de serviços disponibilizados, habilitar a configuração e ativação de serviços, suportar a gerência de problemas e qualidade nos serviços, suportar a contabilização dos serviços específicos.

- Configuração e Ativação de Serviços: abrange a configuração, implementação e ativação dos serviços de laboratórios em rede. Responsável pelo provisionamento dos serviços. Aborda os subprocessos: emitir pedido de serviço, especificar serviços, implementar, configurar e ativar serviços, alocar serviços específicos, acompanhar, verificar, gerenciar e provisionar o serviços, ativar serviços testar, recuperar serviços, gerenciar e provisionar os serviços, notificar provisionamento de serviços. Fechar pedido de serviços.

- Gerência de Problemas e Qualidade no Serviço: responsável por gerenciar problemas e qualidade nos serviços. Os subprocessos relacionados são: criar notificação de problemas no serviço; pesquisar, verificar e analisar problemas nos serviços, diagnosticar e notificar problemas no serviço, corrigir, resolver, acompanhar e gerenciar problemas nos serviços. Fechar notificação de problemas. Criar notificação de desempenho no serviço; gerenciar, analisar, monitorar desempenho de qualidade no serviço; Notificar desempenho de qualidade de serviço. Fechar notificação de desempenho de qualidade de serviços.

- Contabilização de Acessos de Serviço: trata do uso dos serviços disponibilizado na rede de laboratórios. Os subprocessos são: medir o registro e uso de rede dos serviços, contabilizar os registros do uso dos serviços pelo usuário específico, (computar os números de acessos aos laboratórios); Verificar, gerenciar os serviços utilizados por parceiros, analisar registros de acesso de serviços na rede; emitir relatório informando cotas/quantidades de acessos

Nesta camada a oferta de serviços é importante que se tenha conhecimento da real capacidade da infraestrutura existente, o que pode ser identificado através de inventário dos serviços, considerando os requisitos padronização e identificação dos serviços disponibilizados nos laboratórios da rede; na identificação de serviços implementados ou interligados à rede; o sistema deve estar disponível para que todos os usuários tenham acesso à base de dados e devem-se adotar procedimentos e rotinas padronizadas para as atividades de intervenção na rede.

A flexibilidade se manifesta ao possibilitar incorporar ou reativar processos que geram serviços seja pela demanda de seus usuários ou pela inclusão de um novo integrante a rede. A estrutura deve suportar que novos serviços sejam ofertados sem que haja custos para seus usuários. Porém, pode necessitar da inclusão de novos recursos para atender tal demanda. Impacta diretamente no provisionamento dos recursos. Uma vez que o serviço depende que o recurso esteja disponível, condição a ser tratada na camada de infraestrutura.

6.1.5 Camada de Infraestrutura

Esta camada garante que a infraestrutura responda adequadamente às necessidades dos serviços solicitados pelos usuários. Prepara as informações sobre os recursos: integração de dados. Tem por finalidade passar informação relevante aos sistemas de gerenciamento de serviços ou tomar ações sobre os recursos. Inclui recursos necessários ligados à manutenção e execução da infraestrutura física e de informação, mantém-se a tecnologia de mediação para atender às demandas dos usuários. Nesta camada estão os laboratórios on-line distribuídos na rede com os recursos necessários que viabilizam a estrutura. Cobre a parte operacional,

mantém e gerencia os recursos: equipamentos, redes, sistemas de TI, servidores, roteadores, etc. Possui condições de gerenciar os recursos de suporte à operação da rede de laboratórios on-line para atender a solicitação dos usuários ou suportar os serviços por estes propostos.

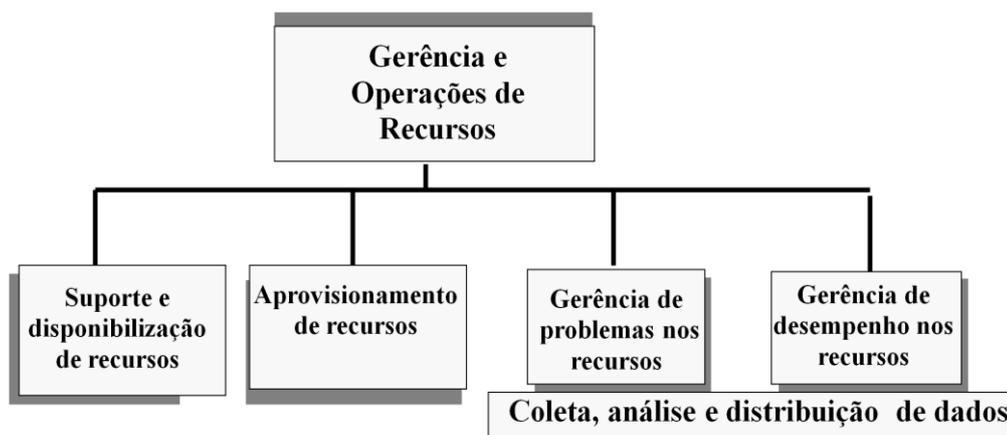
A infraestrutura é responsável por garantir que os laboratórios on-line estejam disponíveis para a realização da prática com todas as soluções necessárias, bem como a possibilidade de, se necessário, incluir novos recursos para atender a demanda. Uma rede de laboratórios on-line deve ser flexível e adaptável para poder atender a demanda de seus usuários dos mais diferentes serviços. Nesta camada encontra-se a Gerência e Operações de Recursos, responsável por garantir condições que os recursos atendem e suportam a entrega dos serviços solicitados pelos usuários.

6.1.5.1 Gerência e Operações de Recursos

Gerencia os recursos da rede de laboratório on-line, certificando-se de que os recursos necessários para suportar os pedidos de serviços sejam atendidos. Faz o cadastro dos laboratórios identificando as informações sobre os recursos; integram, correlacionam os sistemas de gerência de serviços de forma a garantir que a infraestrutura de redes de laboratórios on-line de TI suporte a disponibilização dos serviços solicitados. É responsável por gerenciar cadastro de recursos, configurar, analisar o desempenho desses recursos, realizar manutenção e reparos, executar testes, garantir que todas as habilidades e competências de serviços estejam disponíveis, coletar e distribuir informações sobre recursos.

Nesta gerência organizam-se e disponibilizam-se recursos que garantem e dão suporte à solicitação dos serviços solicitados pelos usuários, busca-se dar o suporte e acompanhamento para que os serviços sejam atendidos, de acordo com a solicitação do usuário. A Figura 6.3, mostra a representação da Gerência e Operações de Recursos.

Figura 6.3: Gerência e Operações de Recursos



Fonte: TM FORUM, (2007); (adaptado)

Os processos definidos para esta gerência são:

- Suporte e Disponibilização de Recursos: gerenciam, controlam e disponibilizam os recursos operacionais. Cobre os processos de suporte e disponibilização: Os subprocessos para esta gerência são: habilitar provisionamento de recursos, habilitar gerência de desempenho de recurso, habilitar gerência de problemas de recursos, , habilitar coleta e análise de distribuição de dados, gerenciar cadastro de recurso, provisionar recurso para suportar os serviços, realizar manutenção proativa e reparos; configurar, testar e disponibilizar recursos.

- Provisionamento de Recursos: envolve alocação, instalação, configuração, ativação e teste de recursos específicos para atender aos requisitos de serviços. Capaz de verificar se os recursos solicitados estão disponíveis para suportar os serviços solicitados. Os subprocessos são: emitir pedido de recursos; alocar e instalar recursos, configurar ativação fixa e/ou lógica de recursos específicos, testar e recuperar recursos; acompanhar e gerenciar provisionamento de recursos, notificar provisionamento de recurso, finalizar pedido de recurso.

- Gerência de Problemas nos Recursos: responsável por gerenciar os problemas associados aos recursos específicos. Oferece suporte a um determinado serviço com defeito. Os subprocessos são: detectar, analisar e notificar problemas nos recursos, acompanhar e gerenciar problemas nos recursos, notificar problemas no recurso, corrigir e recuperar problemas nos recursos, fechar notificação de problemas nos recursos.

- Gerência de Desempenho de Recursos: trata-se do acompanhamento e gerenciamento do desempenho dos recursos. Garante os serviços no nível operacional. Avalia o desempenho dos recursos disponibilizados para o atendimento dos serviços ofertados. Os subprocessos são: monitorar, analisar e controlar desempenho de recursos; acompanhar e gerenciar desempenho de recursos; notificar desempenho de recursos; fechar notificação de desempenho no recurso.

- Coleta e Gerência de Dados sobre Recursos: responsável pela aquisição nas gerências e distribuição de dados dos recursos sobre processo de provisionamento, garantia de qualidade e contabilização dos serviços acessados. Suporta o armazenamento das informações nas as bases de dados para busca e consultas, mantém a base atualizada para seleção e recuperação, garantindo a segurança dos dados da rede. Os subprocessos são: coletar e armazenar informações e dados sobre as gerências; processar dados e informações sobre a gerência; distribuir dados e informações; fazer auditoria de coleta e distribuição de dados.

Em síntese, esta camada controla monitora e dá suporte ao provisionamento. É a responsável pelo gerenciamento dos recursos da rede. Tal gerência impacta diretamente com a gerência de serviços, uma vez que os serviços dependem dos recursos estarem disponíveis e preparados em tempo hábil para atender a solicitação da gerência dos usuários.

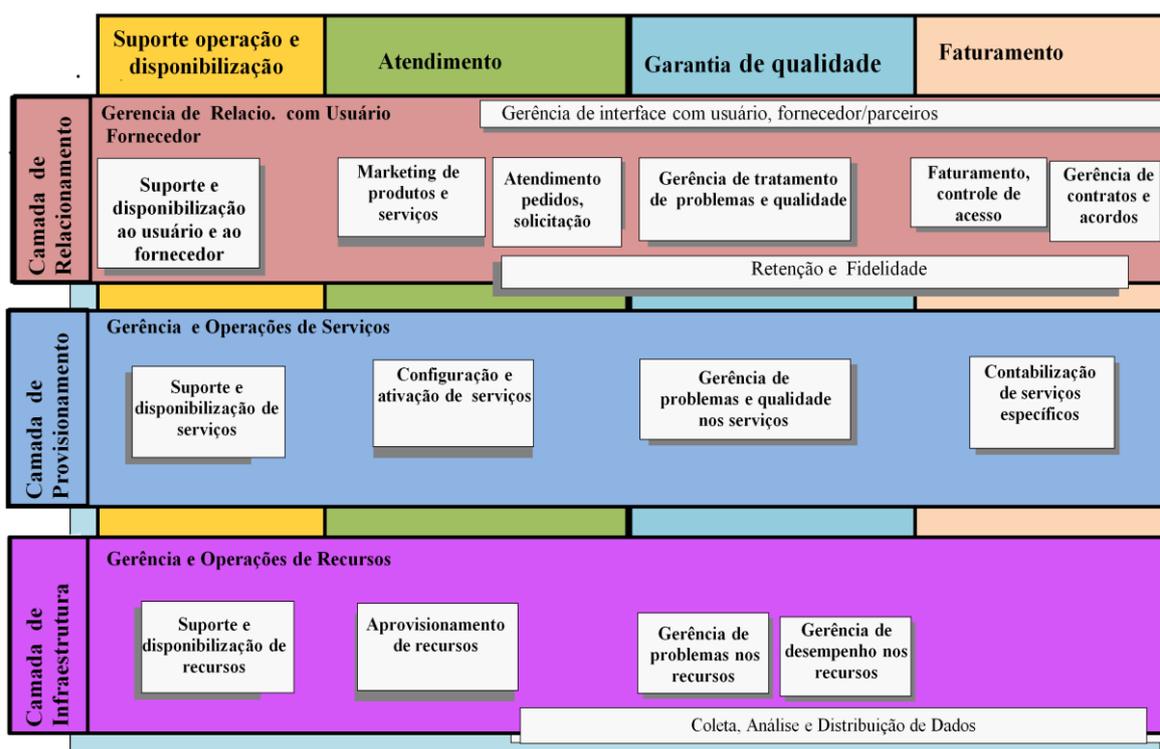
Esta cadeia de processos deve ser bem alinhada para que os procedimentos não sejam interrompidos. Nesse caso, no detalhamento dos processos de cada gerência, tem-se de verificar se há necessidade de detalhar em mais níveis. Se necessário, deve-se fazê-lo. Dessa maneira, a estrutura vai se organizando de um nível mais alto até o mais baixo. Caso haja necessidade de subprocessos, que se reavalie o processo e se verifique a possibilidade de dividi-lo ou reestruturá-lo.

A arquitetura disponibiliza uma estrutura comum para se desenvolver os processos que promovem a sua reutilização. As vantagens de se utilizar a ARCL é que facilita a criação de processos fim a fim; utiliza uma estrutura, terminologia e esquema de classificações comuns para desenvolver os processos, promovendo assim, a reutilização dos módulos de processos.

Com a finalização da apresentação das camadas com suas gerências, mostra-se a representação das camadas e a estrutura de operacionalização, apontando os grupos na vertical: suporte, atendimento, qualidade e faturamento, e com as gerências na horizontal: gerência de relacionamento com usuário e fornecedor, gerência de relacionamento, gerência e operação de serviços e gerência e operação de recursos agrupados nas suas respectivas camadas.

A ARCL buscou-se demonstrar que tal forma de estruturação é flexível na medida em que a rede que se está construindo possibilita a inserção de novos processos que comporta novos serviços. Desse modo, a representação vai se organizando e adaptando, de acordo com a rede que está sendo construída. Na Figura 6.4 vêem representações das camadas e suas gerências.

Figura 6.4: Representação das camadas e gerências agrupadas



Fonte: Dados da pesquisa

No uso da ARCL, indica-se que atenta para as seguintes considerações relacionadas à aplicação da arquitetura.

6.1.6 Considerações na Aplicação da Arquitetura

As considerações na aplicação da ARCL na construção de redes de laboratórios.

Relacionado à manutenção dos processos:

Numa estrutura organizada por processos, é necessário manter e atualizarem-se os processos. Esta premissa vale para qualquer organização que utilize processos e que busque a chamada melhoria contínua. Uma das metodologias recomendadas para a realização dos processos de melhoria contínua dos serviços da área de TI é a PDCA (*Plan, Do, Check and Act*). O PDCA consiste em planejar, realizar as ações planejadas, verificar o que foi feito em relação ao planejado e atuar corretivamente sobre a diferença identificada do planejado para o realizado.

Relacionado ao Portal de integração

Considerando-se que as estruturas em redes necessitam de intercessão para facilitar os relacionamentos entre seus usuários, requer-se a existência de uma unidade de coordenação e

controle, implicando, assim, na construção de um Portal de integração que opera o sistema em rede, resultando numa rede de interligações que partilha a participação em diversas outras.

Relacionada à estruturação de uma rede integrada com LMS

Na construção de uma estrutura em rede de laboratórios para serem integrados com LMS, favorecendo aos processos de ensino e aprendizagem a distância, deve-se seguir um padrão de integração, possibilitando a interoperabilidade e a reusabilidade, um dos problemas apontados na contextualização.

Enfim, na configuração em rede de valor, obtém-se uma estrutura de redes de negócio interligadas, o que proporciona à instituição a possibilidade de utilizar, não só os seus laboratórios, mas também aquele disponibilizado por seus parceiros. No caso das redes de laboratórios on-line, a adesão de outras redes ou de outros laboratórios on-line traz ganho para ambas as partes. De um lado, a instituição que aderir passa a contar com mais laboratórios para seus usuários; de outro, os usuários da rede ganham mais laboratórios para utilizar.

À medida que os laboratórios on-line forem se vinculando ao ambiente, forma-se uma rede de relacionamentos, que mostra as características dos laboratórios on-line que a compõem. Porém, tal estrutura pode-se aplicar em qualquer estrutura de rede de laboratórios on-line, tanto para as pequenas, quanto para redes de maior escala, com a possibilidade de conexões com outras redes. É adaptável e flexível.

No próximo Capítulo, trata da verificação da ARCL a partir da construção do Brlab integrado ao Moodle.

7 BRLAB: VERIFICAÇÃO DA PROPOSTA DE ARQUITETURA A PARTIR DA PROVA DE CONCEITO FUNCIONAL

Neste capítulo, analisa-se o modo como às características de uma rede se manifestam em resposta a uma estrutura de compartilhamento de laboratórios on-line. Para esta análise tomou como ponto de partida a definição do ambiente que será analisado, identificação dos atores, a análise do modelo de rede e se adéqua as especificações da arquitetura e, buscou analisar se a estrutura de rede está de acordo com as premissas estabelecidas pela Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios on-line, à estrutura lógica¹². Parte-se da observação de que a compreensão do ambiente de rede que envolve o IFNMG está inserida com base nos documentos consultados: Plano de Desenvolvimento Interinstitucional (PDI, 2012) e no Plano Diretor Tecnologia da Informação (PDTI, 2012).

Em Zaheer et al. (2010) identificaram-se três níveis em que uma rede pode ser estudada: a) as relações entre duas, e apenas duas organizações conectadas; b) as conexões entre mais de duas organizações e c) a rede como um todo, em que são estudadas todas as conexões entre as diversas organizações que compõem a rede. Nesta tese, estuda-se a rede como um todo. Em primeiro lugar, busca-se delimitar o sistema em que será feita a identificação dos atores participantes, para serem identificadas suas características enquanto integrantes de uma rede institucional, para analisar-se se a rede está adequada à aplicação da arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line.

Na sequência, empreende-se na apresentação do Brlab, cuja finalidade é mostrar como foi aplicada a ARCL com a construção de um Portal para se averiguar a integração de um laboratório on-line e se sua importância reside na validação de partes da infraestrutura, por meio de uma prova de conceito. Tal validação comprova a viabilidade de implementação de uma rede de compartilhamento de laboratórios on-line, fornecendo subsídios para a sua construção e na apresentação de resultados, que permitem mostrar como as soluções podem ser propostas e integradas. Sua validação abre espaço para exploração das características defendidas nesta tese.

7.1 DEFINIÇÃO DO SISTEMA

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) lida com educação superior, básica e profissional, pluricurricular e multicampi. É

¹² Busca entender como um sinal trafega na rede, comportamento do sistema.

especializado na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, com base na conjugação de conhecimentos técnicos e tecnológicos associados a suas práticas pedagógicas. Tem como visão ser reconhecido como referencial de excelência em ensino e pesquisa em geral. Para tal, busca inovar em suas práticas educacionais, tendo como missão “produzir, disseminar e aplicar o conhecimento tecnológico e acadêmico para formação cidadã, por meio do ensino, da pesquisa e da extensão, na perspectiva do desenvolvimento sustentável e da integração com as demandas da sociedade e do setor produtivo” (PDI, 2012).

A estrutura do Instituto compõe-se de uma unidade de Reitoria e 07 (sete) campi, cada um contando com uma infraestrutura de tecnologia da informação. Nesta tese denominados Reitoria de “Central” e os seus Campi: “Campus 1”, “Campus 2”, “Campi 3”, “Campus 4”, “Campus 5”, “Campus 6” e “Campus 7”. A área de TI tem como uma de suas propostas a promoção da integração, visando ao compartilhamento de recursos no IFNMG. Em todos os campi já existe uma estrutura básica, com acesso a redes (internet, intranet). Os usuários dessa rede são alunos, professores, pesquisadores, cidadãos e empresas/indústria.

Sánchez et al. (2005) argumentam que para obter-se um modelo de rede de sucesso faz-se necessária a identificação clara de seus atores e dos papéis que estes atores irão executar. Para sua identificação, foram levados em considerações os atores informados nos documentos consultados: Plano de Desenvolvimento Interinstitucional (PDI, 2009 - 2012) e no Plano Diretor Tecnologia da Informação (PDTI, 2012) e o Portal do IFNMG. O inventário apurou os atores que atuam diretamente neste processo em que foram elencados 8(oito) atores nesta classificação: Central, Campus 1, Campus 2, Campus 3, Campus 4, Campus 5, Campus 6, Campus 7. Nesta configuração a rede do IFNMG é descrita a seguir o descrito no PDTI (2012).

A central tem infraestrutura que suporta a parte administrativa da instituição. A rede lógica atende a demanda da Reitoria. O *link* é considerado com capacidade suficiente para o atendimento aos seus usuários.

Os campi 1, 2, 3 e 6 dispõem de uma infraestrutura adequada ao desenvolvimento de suas atividades educacionais, sendo equipada com laboratórios que atendem na sua maioria, aos cursos técnicos. Possuem uma infraestrutura de rede com equipamentos atualizados, mas a rede lógica atende parcialmente a necessidade dos campi, sendo os *links* de baixa capacidade.

Os campi 4 e 7 possuem infraestrutura que suporta o desenvolvimento de suas atividades educacionais, com laboratórios equipados nas diversas áreas de ensino que atende

curso técnicos e superiores nas áreas de informática, engenharia entre outros, todos convencionais. A rede lógica atende parcialmente a necessidades dos campi, entretanto a capacidade de tráfego dos dados é baixa em função da largura da banda e alta demanda pelos seus usuários.

O grande dificultador para os campi é o acesso a internet de qualidade. Uma vez que existe uma tendência ao monopólio na região e custo alto para ampliar a rede. Porém, cada campi tem sua infraestrutura de TI própria *links* independentes e são vinculados a central no compartilhamento de sistemas e informações através do Portal do IFNMG.

Atualmente, existe o compartilhamento de sistemas para a área administrativa, que utiliza sistemas e base de dados compartilhados, já tem estrutura configurada para o uso do LMS Moodle. Entretanto, na área de ensino e pesquisa, em especial no uso de laboratórios para as práticas didáticas ainda não há laboratórios com acesso a distância, além disso, não há laboratório on-line integrados com LMS.

O IFNMG adota a cultura do uso de *software* de domínio público, com equipe de desenvolvimento própria e distribuída entre seus campi. Utiliza a plataforma Moodle para gerir os cursos na modalidade a distância. Porém, as entidades representativas da Tecnologia da Informação no âmbito administrativo do IFNMG são: Comitê Gestor de Tecnologia da Informação, órgão colegiado consultivo; Diretoria de Gestão de Tecnologia da Informação, parte da estrutura organizacional da Reitoria; e as Coordenações de Tecnologia da Informação dos campi. Ambas possuem responsabilidades e ações próprias e conjuntas (PDTI, 2012).

Neste contexto, percebe-se que a falta de compartilhamento de laboratórios traz para os usuários dos campi restrição ao uso dos laboratórios disponibilizados no seu campus, dificultando o compartilhamento de recursos e informações. Por outro lado, a falta de uma estrutura de laboratórios em rede implica, para o campus, o aumento de custos na construção e manutenção dos laboratórios convencionais, ocorrendo atualmente, ambientes de laboratórios reduzidos ou inexistentes em alguns campi para as aulas práticas, porém, existem estruturas de laboratórios experimentais com horários ociosos em outros campi.

A fim de que haja uma alteração na dinâmica de estruturação dos laboratórios experimentais nos campi do IFNMG novos caminhos para a construção dos laboratórios experimentais devem ser seguidos para ampliar a sua utilização.

Diante de tal necessidade esta tese possibilita o diagnóstico da rede lógica da instituição tendo em vista a aplicação da ARCL na estruturação de uma rede de laboratórios.

7.1.1 Classificação dos Atores

Após a identificação dos atores participante e compreendida suas atribuições, eles foram classificados. Para elaborar a classificação, faz-se necessário registrar os principais atores institucionais, a fim de compreender-se como ocorre a participação de cada um. Na busca da compreensão de tal questionamento, foi necessário investigar a atuação de cada um dos atores para a construção da matriz, utilizando-se o software UCINET na versão 6.401 na Figura 7.1.

Ao analisar as classificações a partir dessa definição, procedeu-se à análise. Para isso, foi gerada uma matriz de relacionamento (Figura 7.1), que corresponde às interações do Quadro 7.1. A matriz é classificada como “matriz idêntica”, pois os nomes das colunas se repetem nas linhas e os fluxos são todos do tipo bidirecional. No momento da construção da matriz, foram atribuídos valores: “1” para as relações existentes e “0” para os atores que não mantêm relação entre si.

Figura 7.1: Matriz de relacionamento

	Central	Inst. 1	Inst. 2	Inst. 3	Inst. 4	Inst. 5	Inst. 6	Inst. 7
Central	0	1	1	1	1	1	1	1
Campi 1	1	0	0	0	0	0	0	0
Campi 2	1	0	0	0	0	0	0	0
Campi 3	1	0	0	0	0	0	0	0
Campi 4	1	0	0	0	0	0	0	0
Campi 5	1	0	0	0	0	0	0	0
Campi 6	1	0	0	0	0	0	0	0
Campi 7	1	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Dados da pesquisa

Com o uso do software UCINET na versão 6.401, podem-se fazer as análises conforme citado na metodologia definida. Optou-se por listar os resultados, uma vez que a descrição passo a passo do processo realizado iria consumir muito espaço neste documento. O Quadro 7.1 mostra os resultados dos dados coletados, as características da rede estudada.

Quadro 7.1: Resultado da aplicação da ARS

Tipo de indicador	Dados (resultados)	Descrição
Densidade	80%	Mostra o valor em porcentagem da densidade da rede, isto é a alta ou baixa conectividade da rede.
Centralidade	7	O grau de centralidade consiste no número de atores com os quais um ator está diretamente relacionado.
Grau de intermediação	21%	Trata-se da probabilidade que um ator tem para intermediar as comunicações entre pares de nós.
Grau de proximidade	7	Trata-se da aptidão que um ator tem para alcançar todos os nós da rede.

Fonte: Autor

Em relação ao Quadro 7.1, eis os resultados encontrados:

A densidade desta rede é de 80% numa escala máxima de 100%. Neste caso, a conectividade desta rede é de 80%, considerada alta. A conectividade dos atores é medida pelo grau de comunicação. Pode-se verificar que os campi mantêm um alto grau de relacionamento com a Central. O que remete a um tráfego de dados entre a Central e os Campi alto.

A centralidade igual a 07 (sete) num grupo de 08(oito) atores pode ser verificada pelos graus de entradas e de saídas de cada ator, dependendo da direção dos fluxos formados. Os graus de entrada correspondem à soma das interações que os nós mantêm com o ator. Esta rede tem a Central com o maior grau de centralidade, com valor igual a “7”. Isso significa que a centralidade deste ator é de 100%.

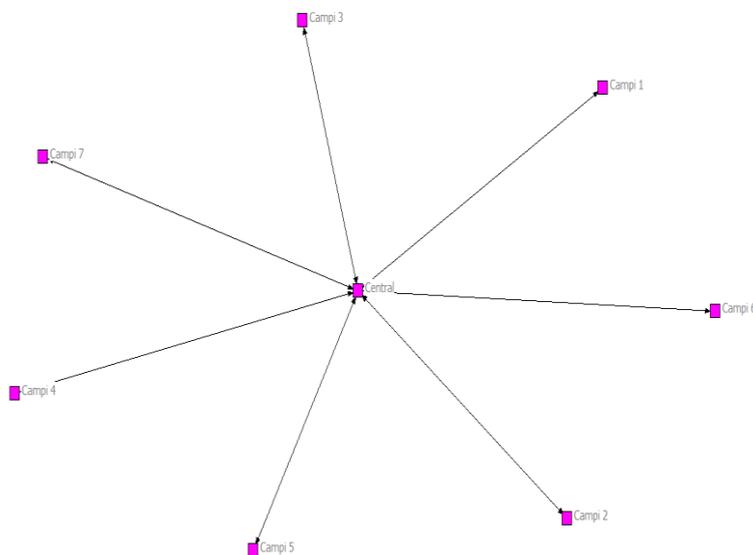
Grau de intermediação igual a 21% entre os atores da rede mostra o controle da comunicação interna à rede. Auxilia na indicação dos caminhos que podem ajudar a compreender a distância entre eles e, dessa forma promover a aproximação. Mostra a possibilidade de intermediação entre as partes viabilizando o compartilhamento na rede.

Proximidade igual 7 (sete) num grupo de 08 atores. É a capacidade de um nó se ligar a todos os atores de uma rede e, dessa forma, promover a aproximação dos nós para a rede, o que pode ser considerado um “ator-ponte” que facilita o compartilhamento de recursos, dados e informações na rede.

Os elementos que se referem a esta rede apresentam o resultado de uma rede mostrada na Figura 7.2. Percebe-se que o desenho é formado por todos os atores e sua completa relação. Os quadrados significam os nós (ou atores); as setas, o fluxo (bidirecional); e as linhas entre as setas, os vínculos. Compreende-se que o nó denominado Central é o grande centralizador, o

sendo o gestor dos dados e informações na rede. Os elementos do Quadro 7.1 com os dados da Figura 7.1 foram utilizados para gerar a Figura 7.2 em que mostra as características da rede estudada

Figura 7.2: Rede formada por todos os atores e seus relacionamentos.



Fonte: Dados da pesquisa

A partir da análise utilizando-se o software UCINET 6.401, pode-se verificar, através na Figura 7.2, uma relação centralizada, indicando uma rede com alta conectividade. A conectividade dos atores é medida pelo grau de comunicação. Pode-se verificar que os campi mantêm um alto grau de relacionamento com a Central, com quem mantêm maior número de interações, ou seja, mantêm a maior conexão da rede. O ator exerce um papel claramente central ao estar ligado a todos os nós, os quais precisam passar pelo nó central para se ligarem uns aos outros. Isso configura que é o ator principal neste processo, assemelha ao comportamento de uma rede do tipo estrela.

Considerando que o tipo de rede delineada, tipo estrela, em que todos as conexões tem que passar pelo nó central, tendo que passar por um ponto de intercessão possibilitando os relacionamentos entre os atores consequentemente com a existência de uma unidade de coordenação e controle que viabilize a comunicação.

Nesta configuração, a viabilização dessa estrutura em rede acontece através do Portal IFNMG que faz a operacionalização do sistema integrado aos campi. Nesta estrutura, em funcionamento, há compartilhamento de sistemas e bases de dados.

A realização deste estudo da análise da rede lógica, juntamente com proposição da construção de uma estrutura em rede de seus laboratórios, para o IFNMG, é de primordial importância uma vez que os investimentos em alavancar a disponibilização de laboratórios de acesso remoto, são considerados um ponto estratégico para a expansão da instituição.

Assim, o trabalho empreende-se na análise da rede lógica da instituição tendo em vista avaliar as possibilidades de aplicação da arquitetura especificada na construção de uma rede de compartilhamento de laboratórios de ensino e pesquisa entre seus campi, tendo em vista suprir a carência de laboratórios, reduzir custo de investimento, proporcionar flexibilidade de uso dos recursos de laboratórios, verificar a possibilidade da escalabilidade da estrutura da rede a partir da necessidade de compartilhamento de laboratórios.

7.1.2 A Análise do Modelo de Rede

A rede analisada configura-se como uma rede com organização central, características pertinentes às redes do tipo estrela, as quais têm um nó central em que passa todo o fluxo da rede e comporta-se como o centro. Configura-se como uma organização que exerce a função de liderança nas atividades da rede, ligada a instituições geograficamente distribuídas, que atuam em campos diversos e se reúnem em busca de objetivos comuns. A instituição tem em seus campi cursos idênticos ou similares, o que pressupõe a necessidade dos mesmos laboratórios. Atualmente existe carência de laboratórios de ensino e pesquisa em todos os campi em áreas diversificadas.

Em vista disso, empreendeu-se o estudo para verificar se a estrutura lógica da instituição em questão possibilita a aplicação da arquitetura com vistas a suprir a necessidade de laboratórios, reduzir custos de investimento, proporcionar flexibilidade de uso dos recursos de laboratórios, verificar a possibilidade da escalabilidade da estrutura da rede a partir da necessidade de compartilhamento de laboratórios.

Cada campi pode se engajar no desenvolvimento de seus laboratórios on-line. A formação de redes de laboratórios on-line é movida, de um lado, pelas oportunidades de cooperação interinstitucionais e, de outro, pelas necessidades estratégicas e operacionais da instituição. Ambos os fatores contribuem para a formação de uma rede de laboratórios on-line e otimizam a natureza da rede de relacionamentos sociais interinstitucional.

Diante deste cenário levou-se em conta a análise para verificar-se se a rede atende ao que se propõe, com a aplicação da técnica de Análise de Redes Sociais (ARS), em que seus métodos de análises estão descritos nos procedimentos metodológicos e os resultados apresentados no Quadro 7.1, associado à Figura 7.2.

Uma rede pode atingir, no máximo, 100% de densidade, uma medida expressa em porcentagem do quociente entre o número de relações existentes, com as relações possíveis. Isso acontece quando todas as partes se relacionam e mostram o valor em porcentagem da densidade da rede, isto é, sua alta ou baixa conectividade. O que ficou caracterizada na rede analisada é uma alta conectividade, como pode ser verificado a partir dos índices mostrados no Quadro 7.1, que atingiu um nível de conectividade de 80%, que pode ser considerada uma alta conectividade. Fica clara a capacidade estrutural de comunicação entre seus componentes, responsável pelo fluxo informacional, potencializando as conexões entre os atores. Ao mesmo tempo, identificou-se o nó considerado central com um grau de centralidade de 100%, mostrando o nó com o maior número de interações, ou seja, uma rede com alto grau de centralidade.

Tal rede é caracterizada pelo tipo estrela, em que todos os nós devem estar conectados ao nó central. Neste tipo de rede não existe qualquer outra conexão entre os demais nós, por isso é considerada uma rede estática, com ligação ponto a ponto; sua escalabilidade é limitada pelo nó central. Porém na aplicação da ARCL com características de rede de valor, em que o crescimento da rede é por adesão das instituições, há de se refletir sobre os atributos que garantem a sustentabilidade da rede constituída.

Por outro lado, na análise da capacidade de intermediação, verificou-se que o maior grau de intermediação no resultado normatizado é de 21% para a central, o que reflete a capacidade de comunicação interna à rede. A comunicação entre o nó central e os campi promove a aproximação dos nós para a rede, o que pode ser considerado um “ator-ponte”, aquele que serve de passagem e tem a maior conexão na rede. Isso implica em que todos os outros nós, para se conectarem, têm que passar pelo nó central, automaticamente concedendo-lhe o poder de gestor das informações.

Neste tipo de rede estrela, toda a comunicação tem apenas um nó intermediário (nó central). Esse esquema de transferência não garante rapidez, visto que o nó central pode estar sobrecarregado. Porém, a quebra de uma conexão afetará apenas o nó a ela conectado; no caso da quebra do nó central, é derrubada toda a rede, mas geralmente este tipo de rede tem uma boa confiabilidade.

Na configuração do IFNMG possui o portal que faz papel de integrador entre a central e os campi, compartilhando dados e acessos aos campi que acontecem a partir do portal.

Porém, fica em evidência, em relação à estrutura de uma rede de laboratórios no IFNMG, que a dependência de laboratórios é notória, em vistas de não se identificarem, até o

momento, laboratórios compartilhados, o que fica fortemente marcado pela escassez de recursos de laboratórios, como bem pode ser visto na descrição da atual estrutura.

O laboratório convencional (real) fica restrito ao local de instalação e a um público reduzido (local), e na maioria das vezes, com horários ociosos, o que poderia ser compartilhado com seus horários excedentes, proporcionando um maior uso. No entanto, na integração de laboratórios para serem compartilhados, deve-se analisar a capacidade da rede se comportar o tráfego de dados, considerado o ponto de gargalo dentro dessa estrutura, em função da baixa largura de banda, até o momento, percebida em todos os campi. Por outro lado, a construção de uma rede possibilita o compartilhamento dos laboratórios pelos campi, ampliando sua oferta, diversificando e oportunizando outras práticas para seus usuários, o que, às vezes, não seria possível ofertar de maneira individualizada.

Diante disso, comprova-se a necessidade do compartilhamento de laboratórios, a princípio, entre seus campi, e num segundo momento, pode-se pensar em ampliação da rede com a adesão de outras instituições. Observa-se a necessidade de se criar uma rede de compartilhamento de laboratórios no IFNMG. Trata-se de uma instituição de ensino e pesquisa com vários campi, em que os processos de ensino são das mais variadas formas; utiliza-se das mais diferentes tecnologias e recursos no processo de comunicação/transmissão de informações à realização das práticas experimentais nos seus cursos técnicos e superiores, ambiente propício para a troca e construção coletiva do conhecimento entre os usuários.

Reforça-se que a criação de redes de compartilhamento possibilita condições para a aprendizagem, mediante o compartilhamento de ideias e de experiências entre os usuários e as ações desenvolvidas em conjunto por eles, por meio da interação e das práticas de colaboração que comportam o desenvolvimento de estratégias coletivas de inovação, permitindo assim, o rápido acesso aos novos recursos tecnológicos por meio de seus canais de informação, contemplando-se a consecução da proposição de redução de custos, ao dividir entre os participantes as determinadas ações e investimentos, levando a instituição a incorrer em custos menores, na medida em que os captura e compartilha entre seus conveniados.

Numa estrutura de rede centralizada, no caso do IFNMG os sistemas e aplicativos necessários são instalados no servidor central em que, através do acesso ao Portal, o usuário acessa e faz uso dos recursos necessários. Porém, depende da logística. Pode-se instalar nos campi alguns sistemas, ou mesmo, a todos os sistemas necessários em cada campi. Neste caso, o usuário acessa o portal e é direcionado para o site do campi, onde busca por informações.

O Portal é o integrador; faz a intercessão para facilitar os relacionamentos entre seus usuários, parceiros, conveniados; requer a existência de uma unidade de coordenação e controle. O portal opera o sistema em rede, resultando numa rede de interligações que partilha a participação em diversas outras redes, no IFNMG, a estrutura de coordenação existente, a distribuição das coordenações das atividades entre os principais participantes da rede (nó), tem por objetivo aumentar o grau de colaboração e confiança entre seus membros, pois cada campus (nó) participante é responsável pela resolução de seus problemas locais, isto é, é responsável pela disponibilização dos serviços na rede pertencentes a seu campus.

Entretanto, cada membro fica imbuído da responsabilidade de trabalhar para fornecer os resultados esperados pela rede e pelo grupo em geral, sob a coordenação da central. Existem demandas que são locais; cumpre a cada coordenação local resolvê-las individualmente.

O PDTI (2012) afirma que tem como meta “Promover a modernização através de soluções inovadoras que atendam às necessidades de infraestrutura da área de tecnologia da informação e comunicação”. Tendo como um dos objetivos estratégicos estreitar a relação com os usuários, o que nos remete à oferta de serviços por meio da disponibilização dos laboratórios on-line em rede. Sendo os os ambientes de laboratórios on-line produtores de bens e serviços, dados, informações e conhecimento. Em uma rede de laboratórios on-line, os parceiros compartilham informações e infraestrutura em um nível que nenhum deles poderia alcançar sozinho.

Espera-se que o sistema seja delineado de forma a envolver as considerações feitas e o ambiente que ele comporta, considerando-se os atores envolvidos e o modo de formulação e planejamento em relação à oferta de serviços, seja no âmbito dos campi ou de todo o instituto e que se amplie para outras redes de instituições.

Assim, como está bem assinalado na especificação da arquitetura, no tópico de considerações para o uso da arquitetura, sugere-se que se deva analisar o impacto causado com o uso da arquitetura em relação a adequação da tipologia e a escalabilidade da rede.

Na rede tipo estrela a questão da escalabilidade é definida pela capacidade do nó central. Uma vez que uma estrutura em rede surge a partir da necessidade de compartilhamento de recursos, numa ação recíproca, a adesão deve-se avaliar a capacidade de sustentabilidade da estrutura em rede, tanto do lado de quem está aderindo, quanto dos participantes (usuários).

Compreende-se que uma rede de laboratórios promova a redução de custos de investimento em laboratórios para as instituições conveniadas, quando se compara com os investimentos necessários para a implementação de laboratórios convencionais ou mesmo para os laboratórios on-line específicos para cada instituição. Enfim, para que a rede atenda as necessidades apontadas e desempenhe um papel fundamental para permitir que os usuários possam utilizar os serviços disponibilizados de qualquer lugar, a rede precisa oferecer flexibilidade, permitindo que novos serviços sejam incorporados.

No próximo tópico apresenta-se o Brlab, construído com base na ARCL e levando em consideração as características gerais do cenário analisado, quanto a tipologia de rede.

7.2 A VISÃO GERAL DO BRLAB

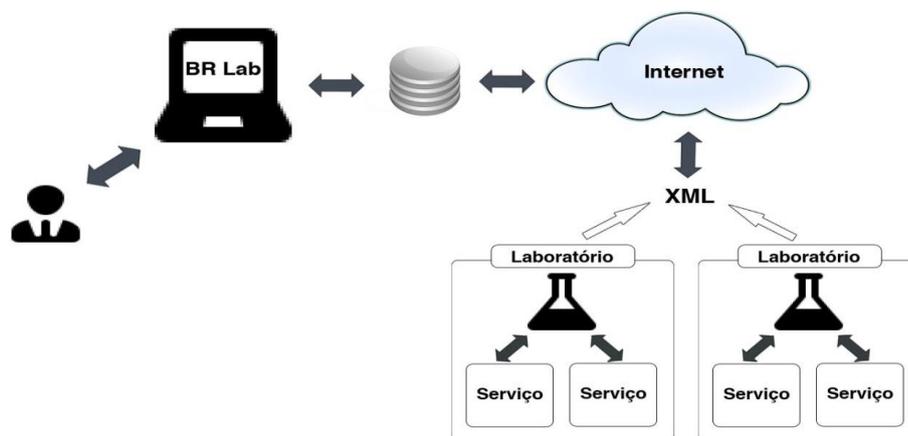
O Brlab, utilizado para verificar-se a proposta de integração de laboratórios on-line, caracterizada como uma prova de conceito (protótipo) com algumas funcionalidades implementadas, de modo que se possa validar a arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line. A sua validação abre espaço para a exploração das características defendidas na construção de uma rede de laboratórios on-line.

Compreende-se que um portal é uma maneira de integrar sites web diferentes, porém relacionados. Na existência de vários laboratórios on-line, indica-se a criação de um portal para permitir a integração destes laboratórios, oferecendo uma maneira uniforme e centralizada de acesso. Neste caso, a estrutura utilizada no desenvolvimento de um Portal¹³ foi construída em consonância com os pré-requisitos da arquitetura especificada; proporciona o acesso centralizado aos laboratórios on-line para a realização das práticas experimentais e facilita a busca por informações. Seu desenvolvimento tem em vista a validação da arquitetura de rede de compartilhamento de laboratórios on-line e busca-se relacionar as necessidades do usuário com as funcionalidades disponibilizadas num portal integrador.

O usuário acessa o portal para escolher o laboratório on-line para realizar suas práticas experimentais ou recuperar experiências já realizadas, desenvolver suas atividades e interagir com os demais usuários. Na Figura 7.3 apresenta-se uma visão geral da representação.

¹³ O Portal é um ambiente que integra vários laboratórios on-line em que se podem considerar elementos intermediários na arquitetura para fazer a mediação entre os laboratórios on-line e o usuário.

Figura 7.3: Visão geral

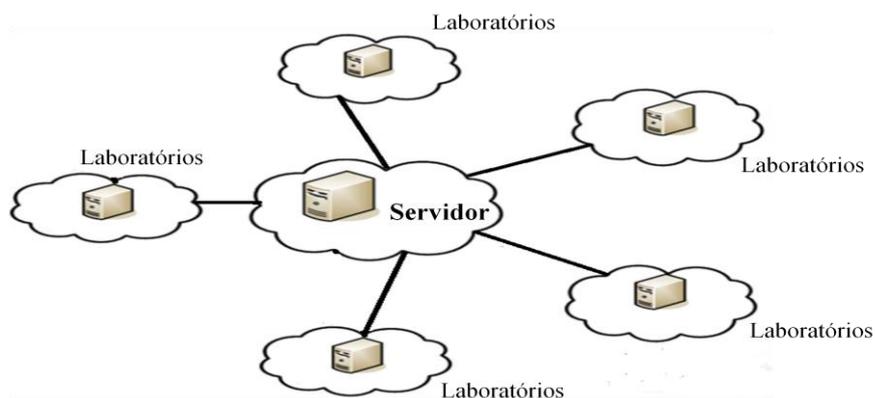


Fonte: O Autor

Os laboratórios, geralmente, são administrados por instituições de ensino e pesquisa que possuem suas normas de funcionamento e regras para disponibilizar o acesso aos seus usuários. O portal serve como uma ligação que promove meios para garantir a veracidade nas trocas de informações. Uma vez adicionado um laboratório à rede, o domínio do laboratório passa a ser reconhecido por ela, que deve passar a compartilhar seus recursos com outras instituições (com seus usuários), criando uma relação de confiança entre as instituições participantes.

O Brlab foi construído, baseado na ARCL, e tem como base o cenário do IFNMG. Diante disso, sua tipologia de rede é estrela, caracterizada por um nó central, em que todos os nós devem estar conectados a ele. Neste tipo de rede não existe nenhuma conexão entre os demais nós; por isso é considerada uma rede estática, com ligação ponto a ponto, fácil de se modificarem as conexões existentes e sua escalabilidade é limitada pelo nó central. Figura 7.4.

Figura 7.4: Tipo de rede estrela



Fonte: o autor

Nesta configuração o Brlab faz a operacionalização do sistema integrado, considerado o ponto central enquanto os laboratórios estão localizados nas pontas.

O servidor abriga os sistemas de gestão necessários para a sua operacionalização, tipicamente, servidores de aplicação, base de dados. O servidor abriga os sistemas de gestão de aprendizagem, gerenciamento de acesso aos laboratórios, os serviços e utilitários necessários à execução dos experimentos, páginas web contendo instruções.

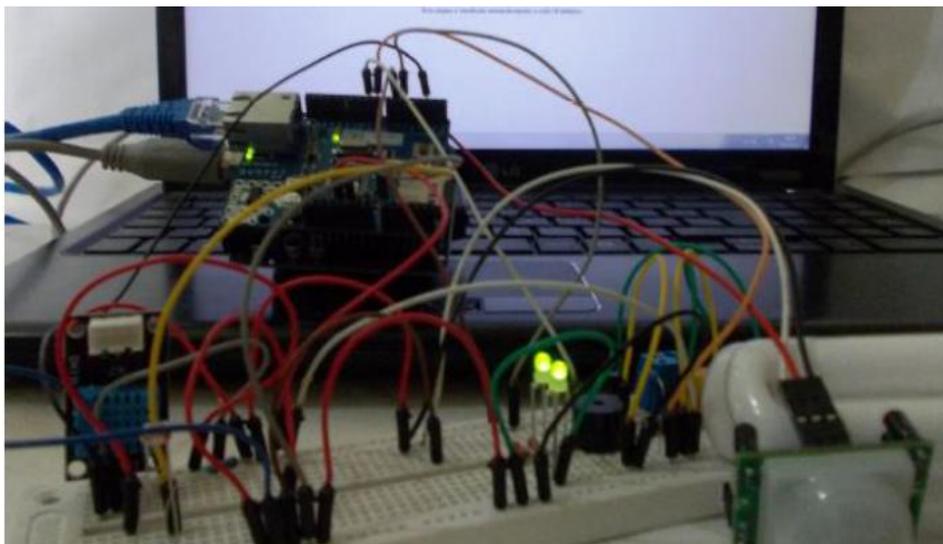
Toda a comunicação com o usuário acontece através do navegador web do usuário que é responsável por fornecer a interface por meio da qual o sistema é utilizado, a partir de uma página de acesso. A comunicação entre o Servidor Web e o Navegador ocorre através do protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol* – Protocolo de Transferência de Hipertexto). Porém a comunicação entre servidor central e os laboratórios, assim que o usuário faz a requisição no sistema retorna a informação.

7.2.1 Laboratórios em Rede: Laboratório de Sensor

Laboratórios são parte importante na aplicação da teoria na prática. Entretanto, laboratórios convencionais exigem que os usuários estejam fisicamente presentes, a fim de interagirem com os recursos (equipamento, instrumento), limitando a flexibilidade do usuário e o compartilhamento de instalações.

Laboratórios remotos, no entanto, permitem que os usuários usem uma rede para acessar laboratório convencional(físico) a distância. Já os laboratórios virtuais, por sua vez, proporcionam uma operação segura com a proteção construída no software (simulações). Através de tais recursos disponibilizados para os usuários, o acesso pode ocorrer em qualquer lugar e a qualquer hora. Nesta tese defende-se o uso de laboratórios on-line integrados a LMS como meio de proporcionar aos usuários facilidades na realização das práticas experimentais e para as insituições ofertar um maior número de laboratórios on-line. Para verificar a possibilidade de integração de laboratórios on-line com LMS foi integrado um laboratório remoto de sensor que será utilizado para demonstração. Figura 7.5.

Figura 7.5: Laboratório de sensor



Fonte: autor

Laboratório Remoto de Sensor, criado na plataforma de prototipagem Arduino Uno, baseada no microcontrolador Atmega328 da Atmel. São utilizados sensores: Dht11 - sensor digital de temperatura e umidade, e um LDR - sensor analógico para medir a luminosidade do ambiente e o sensor de movimento. A plataforma Arduino permite sua expansão, através de outras placas, chamadas *Shields*. Nesse caso, foi utilizado o *Ethernet Shield*, que nessa prototipagem permite ao Arduino emular um servidor web. O laboratório é implementado com base em uma arquitetura cliente servidor. O programa desenvolvido, basicamente realiza a coleta de dados dos sensores por meio de acesso direto. O usuário acessa o laboratório por meio de uma interface e coleta os dados de acordo com suas necessidades.

Sensores podem ser implantados em terra, na água, estufas, em veículos, salas de laboratórios etc. Cada sensor tem potencial para coletar temperatura, umidade, luminosidade ou movimento. Para cada uma delas, existem diferentes características técnicas que precisam ser consideradas e que dependem da finalidade com que se está fazendo o monitoramento do ambiente.

Para a integração do laboratório de sensor de acesso remoto ao Brlab, que é integrado ao Moodle, foi necessário adequar as exigências do ambiente, neste caso, estar no padrão de integração, SCORM. Criou-se um pacote (*applets*) no padrão SCORM para que atenda aos requisitos de integração ao Moodle, conforme mostrado na abordagem metodológica.

O laboratório de acesso remoto de sensor está instalado em uma sala com equipamentos com servidores, roteadores, etc., necessários para a manutenção de uma

infraestrutura de tecnologia que necessita que o ambiente seja mantido dentro de uma margem de temperatura, umidade, luminosidade, movimento a fim de monitorar o ambiente da sala com a finalidade de permitir a demonstração da viabilidade de integração de laboratório remoto com LMS, apurar a funcionalidade do protótipo.

7.3 O BRLAB

O Portal foi desenvolvido com base na ARCL, tendo em vista avaliar a estrutura da arquitetura, mas vislumbrando o intercâmbio de experiências entre instituições, promovendo a colaboração, a cooperação entre pesquisadores, professores, alunos e a discussão sobre suas experiências.

A missão do Brlab é ser um portal de laboratório on-line direcionado ao ensino e pesquisa na área tecnológica com acesso a distância.

A visão é integrar e disponibilizar laboratórios on-line de baixo custo, de hardware livre, utilizando-se *software* de domínio público.

A meta é tornar um portal de laboratório de acesso remoto e simuladores integrados ao Moodle aplicado ao ensino tecnológico.

No desenvolvimento, integrou ao Moodle, possibilitando o uso das funcionalidades residentes no sistema relacionado a configurações das permissões de acesso ao ambiente. O Brlab serve de mediação nos relacionamentos entre seus usuários e os serviços disponibilizados operando o sistema em rede. Neste cenário remete às características de segurança da informação no uso do Brlab.

7.3.1 Gestão da Informação

O processo de gestão da informação perpassa pela importância da informação, um recurso importante nas instituições, demonstrando a necessidade de se estar atento aos princípios do ciclo de vida da informação. O valor da informação, muitas vezes não é facilmente mensurável, dada à quantidade crescente de dados que as instituições possuem; por conta disso, torna-se essencial identificarem-se todos os elementos que compõem a comunicação de dados. Segundo Wadlow (2000), devido ao crescimento das informações como ativo de valor, as Instituições têm adotado diversas práticas para promoverem a política de segurança da informação, um tema importante para qualquer empresa, que deve garantir que as informações sejam verificadas, completas, úteis e eficazes (LAUDON, 2007).

Na aplicação da ARCL no Brlab, preocupou-se com as políticas de segurança. Os princípios básicos da segurança da informação são apontados por (TANENBAUM, 2003; BEAL, 2008):

- Confidencialidade: propriedade que limita o acesso à informação tão somente às entidades legítimas, ou seja, àquelas autorizadas pelo proprietário da informação. No Brlab o acesso às informações acontece através de autenticação do usuário.

- Integridade: propriedade que garante que a informação manipulada mantenha todas as características originais estabelecidas pelo proprietário da informação, incluindo o controle de mudanças e a garantia do seu ciclo de vida (nascimento, manutenção e destruição). No processo de coleta de dados ou uso dos dados armazenados na base de dados do Brlab, somente é disponibilizado para o usuário de acordo com suas permissões. Atualmente, em fase de testes está disponível a todos com acesso ao Brlab.

- Disponibilidade: propriedade que garante que a informação esteja sempre disponível para o uso legítimo, ou seja, por aqueles usuários autorizados pelo proprietário da informação.

- Autenticidade: propriedade que garante que a informação seja proveniente da fonte anunciada e que não tenha sido alvo de mutações ao longo de um processo.

- Irretratibilidade ou não repúdio - propriedade que garante a impossibilidade de se negar a autoria, em relação a uma transação anteriormente feita. Neste caso as transações realizadas no Brlab são registradas pelo autor a partir da sua autenticação no Brlab.

Manter esses princípios é importante para que o portal possa operar em segurança e o funcionamento dos sistemas de forma confiável. Característica identificada e defendida no Brlab. Entende-se que por meio de processo de segurança da informação pode se auxiliar a garantir a sustentabilidade do Portal.

7.3.2 A Sustentabilidade

A sustentabilidade do Brlab perpassa pela identificação das características que contribuem para a sua sustentação. Tanenbaum, (2003) e Beal (2008) acreditam que os fatores que moldam o ambiente em rede são dependentes e correlacionados uns com os outros, uma falha impactante na aceitação do usuário em relação aos serviços disponibilizados no Portal. Impacta diretamente na sua sustentabilidade. Conclui-se que a sustentabilidade é apontada como necessária para garantir a efetividade do Portal.

Neste contexto, a proteção das informações tem importância estratégica para a sobrevivência do Brlab, pois uma falha de segurança pode gerar perda de dados, acarretando falta de credibilidade (TANEBAUM, 2003; BEAL, 2008).

Correlacionando com os atributos identificados:

- Necessidade de adesão dos usuários ao Brlab: trata dos produtos e serviços que são ofertados pelo Brlab. Neste caso envolve, desde a acessibilidade ao Portal, até a segurança das informações no ambiente. Mantém o ambiente em atividade.

- Reciprocidade e aceitação do Brlab: aumento da satisfação dos usuários através do uso do portal, oferecendo qualidade e segurança das informações e serviços.

- Práticas de segurança: deve garantir o sigilo e a segurança das informações disponíveis.

- Inovação: possibilita o intercâmbio entre usuários das mais variadas maneiras, desde o compartilhamento de tecnologias, novos recursos e ideias.

- Gestão da aplicação da ARCL no Brlab: a falta de um gerenciamento apropriado expõe a instituição a riscos e falhas.

- Flexibilidade no arquivamento das informações: oferecer diferentes tipos de armazenamento e recuperação das informações, baseados na estrutura e acessos, como são utilizados, protegidos e implementados.

- Auditoria: descreve os procedimentos que possibilitam afirmar se as informações partem de fontes confiáveis e se os procedimentos para obtê-las estão sendo seguidos corretamente.

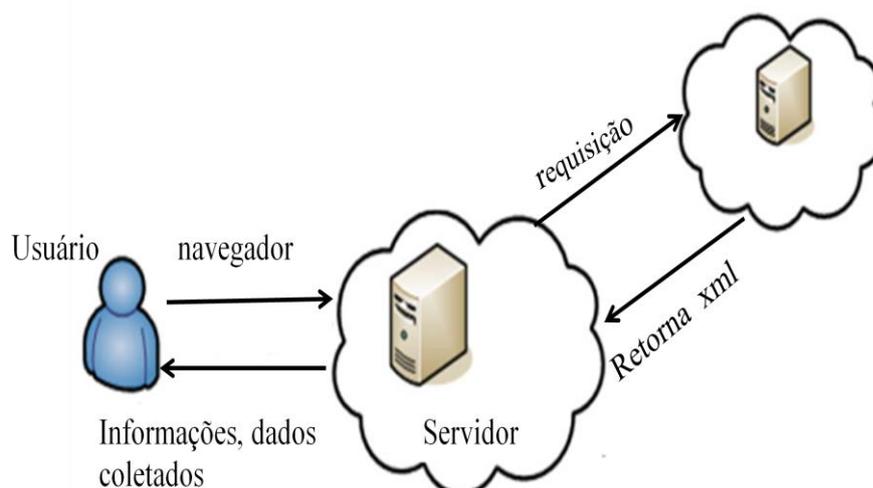
Enfim, a sustentabilidade é a capacidade de se promoverem resultados pretendidos, a satisfação e o sucesso na prática do que é feito. É a garantia de se manter ativo.

7.3.3 Serviços Disponibilizados

Os serviços disponibilizados são de cadastro de usuário, de laboratórios e experimento. As reservas de horário, o armazenamento na base de dados dos resultados da experiências e a busca e seleção (parcial) dos dados das experiências realizadas, foram desenvolvidos para esta demonstração.

Para utilizarem-se os serviços do Brlab, os usuários devem ser cadastrados com seus papéis e permissões definidos. Porém, possibilita-se a inserção de novos usuários com perfis diferenciados, à medida que for necessário configurar; a estrutura construída mostra que é flexível e adaptável às novas demandas. Figura 7.6.

Figura 7.6: Acesso ao laboratório de sensor



Fonte: Autor

O serviço de cadastro no Brlab é mediante solicitação ao gestor do Portal. Possibilita o cadastro de usuários (alunos, professores, pesquisadores). O serviço de autenticação no Brlab é necessário para o uso dos recursos disponibilizados no ambiente. O acesso a cursos ou a outros recursos em fase de testes no Brlab, relacionados com uso das funcionalidades do Moodle, só é permitido mediante a inscrição para o mesmo.

Quanto ao serviço de agendamento de horário (reserva), os usuários podem realizar a reserva de laboratórios no dia e horário que considerarem mais convenientes. Porém, o laboratório necessita de acesso exclusivo para coleta de dados em tempo real, seguindo a mesma estrutura do laboratório convencional com acesso presencial. A diferença aqui é que o acesso é a distância. O sistema utiliza a mesma lógica de realização de experimentos, diretamente do laboratório convencional; um de cada vez. O acesso simultâneo não é permitido, por isso é necessário horário agendado.

Em se tratando do serviço de se realizar uma experiência (coleta de dados), primeiramente o usuário tem que ser autenticado e fazer a reserva. O usuário, ao autenticar-se no Brlab, tem a sua disposição o laboratório de sensor para a realização de sua experiência (coleta dos dados de temperatura, umidade, luminosidade e movimento).

O serviço de se criar uma atividade está disponibilizado para se desenvolver uma atividade, utilizando-se as experiências já realizadas (dados coletados e armazenados) ou quando se julgar necessário agendar um horário no laboratório e se fazer a coleta. O serviço possibilita ao usuário selecionar uma experiência na lista das realizadas, gerar a atividade e

disponibilizá-la para os usuários. Tem-se a opção de reutilizarem-se as atividades já criadas ou consultá-las.

O serviço de comentários (análises) possibilita ao usuário emitir sua interpretação sobre a atividade disponibilizada.

O serviço de busca e recuperação auxilia a encontrar-se o experimento já realizado (implementado parcial), através do qual o usuário tem a opção de selecionar um de seus próprios experimentos já registrados ou fazer uma nova experiência (coleta) para o desenvolvimento de atividades, ou mesmo fazer uma nova análise. A opção de se utilizarem experimentos existentes armazenados reduz o uso do laboratório para se coletarem dados ou fazerem-se análises em situações em que os mesmos, na base de dados, possam satisfazer tal necessidade, opções implementadas, até o momento, como forma de averiguação e validação da proposta.

O serviço de cadastro de laboratórios é responsável pela atualização, remoção, realiza a manutenção e reparos, executa testes e busca certificar-se de que todas as habilidades e competências de serviços ofertados pelos laboratórios integrados estejam disponíveis..

O serviço de armazenamento de dados armazena os dados processados no ambiente. Os dados coletados nas práticas no ambiente do Brlab são disponibilizados para seus usuários formando, assim, a base de dados. Neste protótipo não foram implementados recursos de sigilo de dados, ou dados que serão armazenados de forma diferenciada. O usuário deve realizar suas práticas e armazená-las na base de dados para uso, análise ou sequência de análises.

Assim que recebe as solicitações de serviços de coleta de dados no laboratório de sensor através do módulo de agendamento de horário, o sistema reserva o laboratório para a realização de um experimento (coleta). Não há a opção de se realizar a coleta por sensor individual. Porém, o usuário tem a opção de acessar informações sobre os experimentos realizados nos laboratórios, utilizar os dados para realizar suas atividades, fazer pesquisa na base de dados ou participar de atividades disponíveis no Brlab.

O Brlab pode ser utilizado, não tão somente para a realização de experiências on-line com laboratórios de sensores. Sua estrutura tem a possibilidades de suportar os recursos disponibilizados pelo Moodle, no sentido de criação de cursos, oferta de disciplinas ou cursos on-line; suporta o cadastro de turmas, acompanhamento do desenvolvimento dos alunos; pode-se criar uma rede social interna para a interação entre usuários, *fóruns*, *chats*,

questionários, além da oferta de serviços de laboratório on-line. No próximo tópico, apresenta a estruturação do Brlab, conforme diretrizes da arquitetura especificada.

7.3.4 A Estruturação da Camada de Relacionamento

A camada de relacionamento foi estruturada a partir da necessidade dos serviços para o seus usuários: professores, pesquisadores, monitores, alunos e gestores, conforme mostra o Quadro 7.2.

Quadro 7.2: Serviços disponibilizados pelo Brlab

Item	Descrição	Observações
Catálogo dos serviços para o usuário professor, pesquisador, monitor/tutor, alunos,	- Cadastro do usuário;	Os usuários devem ser cadastrados pelo gestor do Portal.
	-Autenticação do usuário	Verifica a permissão que cada usuário tem para acessar os serviços do portal.
	-Agendamento de horário nos laboratórios de acesso remoto;	O uso dos laboratórios remotos tem acesso mediante agendamento de horário
	- Serviço de busca	O usuário tem a sua disposição todo o material armazenado na base de dados (implementação parcial)
	- Acesso a ambiente colaborativo;	O Portal foi desenvolvido integrado ao moodle. Todos os recursos disponibilizados pelo sistema estão automaticamente disponíveis para os usuários do Brlab.
Catálogo de serviços para o gestor	-Serviço de armazenamento dos dados coletados	Os dados das praticas experimentais, bem como os comentários e análises são armazenados na base de dados do Portal Brlab
	- Upload de recursos	O usuário pode contribuir com a inclusão de simuladores e experimentos remotos, desde que dentro do padrão de compatibilidade com o moodle. Envia para o gestor
	-Cadastro dos laboratórios	Os laboratórios são cadastrados no Portal pelo gestor mediante acordos com as mantenedoras.
	- Monitora os usuários	O acesso aos laboratórios só é permitido aos usuários autenticados no Portal.

Fonte: O autor

Na apresentação do catálogo de serviços do Brlab, descreve-se como os serviços são disponibilizados, quais são as permissões que o usuário tem de acesso. Esta camada tem suas gerencias relacionadas acordo com as necessidades de seus usuários. Na sequência, apresenta-se a descrição da gerência de relacionamento com usuário que foi implementada, mesmo incompleta.

7.3.4.1 Gerência de Relacionamento com o Usuário

Esta gerência é responsável pelo cadastro, inclusão, exclusão ou alterações e definição de permissões para a utilização do Brlab pelos usuários. Possui os serviços de controle de acesso. Cada usuário tem o seu papel definido: professor, pesquisador, monitor, tutor, aluno, anônimos e gestor, cujas permissões de uso de serviços no Brlab são atribuídas a cada um. Suporta as gerências de suporte e disponibilização, atendimento, gerência de tratamento de problemas e qualidade de serviços e faturamento.

- Suporte e disponibilização ao usuário: trata do apoio ao usuário. Gerencia o cadastro de usuário do Brlab, controlar acesso, verificar permissão para solicitar o serviço além de gerenciar a interface com usuário.

- Gerenciar Cadastro de Usuário: é responsável pelo cadastramento dos usuários do Brlab. Controla o acesso, além de autenticar e monitorar as permissões de acessos.

Compreende-se que esta camada de relacionamento de gerenciamento versa sobre os relacionamentos consumidores de serviços de atendimento ao usuário, para quem o serviço de laboratório é ofertado. Incluem as funcionalidades necessárias para o uso do Brlab em função da oferta e disponibilização dos serviços. Condição a ser tratada na camada de provisionamento

7.3.5 A Estruturação da Camada de Provisionamento

Inclui um conjunto de procedimentos que tem por finalidade prover serviço com determinados requisitos de qualidade. O provisionamento dos serviços prestados pelo Brlab perpassa pela capacidade de disponibilização dos recursos e das informações na rede. Compõe com a gerência de serviços, configuração e ativação.

O laboratório de sensor está configurado para atender a 1(um) usuário por hora para realizar a sua experiência. A largura de banda disponível em média é de 300kbs por acesso durante os 7(sete) dias da semana e 24(vinte e quatro) horas/dia. O *link* é da Rede Nacional de Pesquisa (RNP). Os sensores monitoram o ambiente em que estão configurados para disponibilizar os dados sobre a temperatura, umidade, luminosidade e movimento de presença no ambiente.

No Quadro 7.3, mostra-se a descrição do laboratório de sensor de acesso remoto.

Quadro 7.3: Capacidade do laboratório de sensor

Laboratório	14Capacidade de acesso	Banda	Local	Disponibilização	Links
Laboratório de sensor	1/60	300kbs	CPD15 informática	7 dias na semana; 24 hs/dia	RNP

Fonte: o autor

Na implementação desta camada utilizou das diretrizes apontada na Gerencia de serviços de forma parcial.

7.3.5.1 Gerência e Operações de Serviços

Garante que o usuário pode planejar e realizar suas experiências no período que melhor lhe convir. Está direcionada ao conhecimento do serviço. Inclui as funcionalidades necessárias para o gerenciamento e operações dos serviços que atendam aos propósitos dos usuários do Brlab. Trata de alocar serviços através do agendamento de horário de uso do laboratório, confirmar a disponibilidade dos serviços, acompanhar verificar se os recursos necessários estão disponíveis.

- Suporte e Disponibilização de Serviços: garantem a disponibilização dos serviços para o usuário; busca dar o suporte e acompanhamento ao usuário em relação aos serviços disponibilizados. Subprocessos ativados são: gerenciar cadastro de serviços para disponibilizar os serviços no Brlab.

- Gerenciar Cadastro de Serviço: responsável pelo cadastramento dos serviços no Brlab.

- Configuração e Ativação de Serviços: envolve a alocação dos serviços (agendar) a fim de atender os requisitos solicitados pelo usuário. Trata da implementação, configuração e ativação dos serviços. Verificar se este possui os recursos necessários para atender a demanda pelo serviço. Disponibilizar laboratório. Subprocessos: agendar, criar atividade, analisar, buscar e recuperar informações no Brlab.

- Agendar: responsável pelo agendamento de horário no laboratório escolhido. Trata da reserva do laboratório.

- Criar atividade: responsável pela disponibilização das atividades. Criar atividade para ser disponibilizados para os usuários.

¹⁴ A capacidade é medida indicando o número de acessos que é aceitável por hora. Neste caso, 1(um) acesso em uma hora.

¹⁵ Centro de Processamento de Dados

- Analisar: responsável pelos comentários e análises das atividades ou dos experimentos realizados. Os comentários e ou análises são armazenados e disponibilizados para consulta ou uso de acordo com as permissões dos usuários.

- Buscar e recuperar: responsável pela busca e seleção dos dados e informações na base de dados do Brlab, relacionados com experimentos e laboratórios.

Esta versão de demonstração do sistema deve estar disponível para que todos os usuários utilizem a mesma base de dados, o laboratório implementado, os procedimentos e rotinas padronizadas para que se obtenha o resultado desejado.

Nesta camada a oferta de serviços é importante que se tenha conhecimento da real capacidade da infraestrutura existente. A estrutura do Brlab suporta que novos serviços sejam ofertados sem que haja custos para seus usuários. Porém, pode necessitar da inclusão de novos recursos para atender tal demanda. Impacta diretamente no provisionamento dos recursos. Uma vez que o serviço depende que o recurso esteja disponível, condição a ser tratada na camada de infraestrutura.

7.3.6 A Estruturação da Camada de Infraestrutura

Nesta camada de infraestrutura os recursos são configurados para garantir que os serviços solicitados estejam disponíveis para a realização das práticas, bem como a possibilidade de, se necessário, incluir novos recursos para atender a demanda por novos serviços, atualização e substituição de recursos.

A infraestrutura utilizada foi a instalação no servidor dos sistemas necessários ao Brlab, tipicamente servidores de aplicação e base de dados. O servidor abriga o LMS (Moodle), o gerenciamento de acesso aos laboratórios, os serviços e utilitários necessários à execução dos experimentos, bem como páginas web contendo instruções sobre o laboratório de sensor.

O laboratório de acesso remoto está instalado em uma sala de servidores de computadores, monitora a temperatura, umidade, luminosidade e o movimento no ambiente. Toda a comunicação acontece através do navegador web do usuário que é responsável por fornecer a interface por meio da qual o sistema é utilizado, a partir de uma página de acesso. A comunicação entre o Servidor Web e o Navegador ocorre através do protocolo HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol* - Protocolo de Transferência de Hipertexto).

O laboratório de sensor integrado permite alterações e implementações de novos recursos (sensores) de acordo com a demanda por serviços advindos de seus usuários. Sua

estrutura é passível de ser duplicada e instalada em ambientes que necessitam de tal monitoramento.

Nesta camada encontra-se a Gerência e Operações de Recurso responsável por garantir condições de suportar a entrega dos serviços solicitados pelos usuários. Em sequencia apresenta a gerência de recursos.

7.3.6.1 Gerência e Operações de Recursos

Gerenciam os recursos do Brlab, certificando-se de que os recursos necessários (sensores, bases de dados atualizadas) para suportar os pedidos de serviços sejam atendidos. Faz o cadastro dos recursos identificando as informações sobre os laboratórios, integram, correlacionam os sistemas de gerência de serviços de forma a garantir que a infraestrutura de suporte a disponibilização dos serviços solicitados no Brlab. É responsável pelo gerenciamento dos recursos; habilitar coleta e distribuição de dados. Assim também, é responsável por coletar e distribuir informações sobre recursos.

- Suporte e disponibilização de recursos: Gerencia o cadastro dos recursos do Brlab controla, monitora laboratório. Certifica se as habilidades e competências de serviços ofertados pelos laboratórios integrados estejam disponíveis, garantindo que os recursos de rede, TI e aplicações apropriadas estejam disponíveis.

- Gerenciar Cadastro de recursos: responsável por gerenciar e administrar o cadastro de recursos do Brlab. O cadastro é responsável por manter a associação entre serviços e recursos que resulta no processo de gerenciamento de recurso. Este processo responsabiliza por identificar e manter cadastro de recursos do Brlab; estabelecer e manter a base de dados de cadastro de recursos.

- Gerência de dados: responsável pela aquisição nas gerências e distribuição de dados dos recursos sobre processo de provisionamento. Suporta o armazenamento das informações nas bases de dados mantém a base atualizada para seleção, busca e recuperação. Este processo responsabilizado por identificar e manter cadastro de recursos do Brlab. Os subprocessos são: coletar e armazenar dados sobre as gerencias; processar as informações e dados sobre a gerência; disponibilizar coleta e distribuição de dados.

- Gerência de Dados dos Recursos: responsável pela coleta de dados sobre os recursos no Brlab. Segurança e sigilo dos dados armazenados. Coletar os dados.

O Brlab foi estruturado com base no procedimento envolvido no uso das especificações da arquitetura. Identicaram as camadas, os macro processos na vertical

alinhadas com as gerências na horizontal com seus respectivos serviços disponibilizados em cada uma. Dessa maneira, considera-se que o Brlab atendeu a sua proposta.

Com a finalização da apresentação da maneira como as camadas foram estruturadas no Brlab direcionada para do sistema, em consonância com a especificação da arquitetura de referencia.

No anexo 1, têm-se a classificação das camadas com detalhes. A seguir faz-se uma prática demonstrativa.

7.3.7 Demonstração de uma Prática

Esta demonstração tem a finalidade de demonstrar os serviços identificados em cada camada com a integração de um laboratório sensor com acesso remoto e mostrar a viabilidade de integração de laboratórios remotos com Moodle na oferta de serviços de laboratórios para o uso em cursos que necessitam ofertar práticas experimentais a distância.

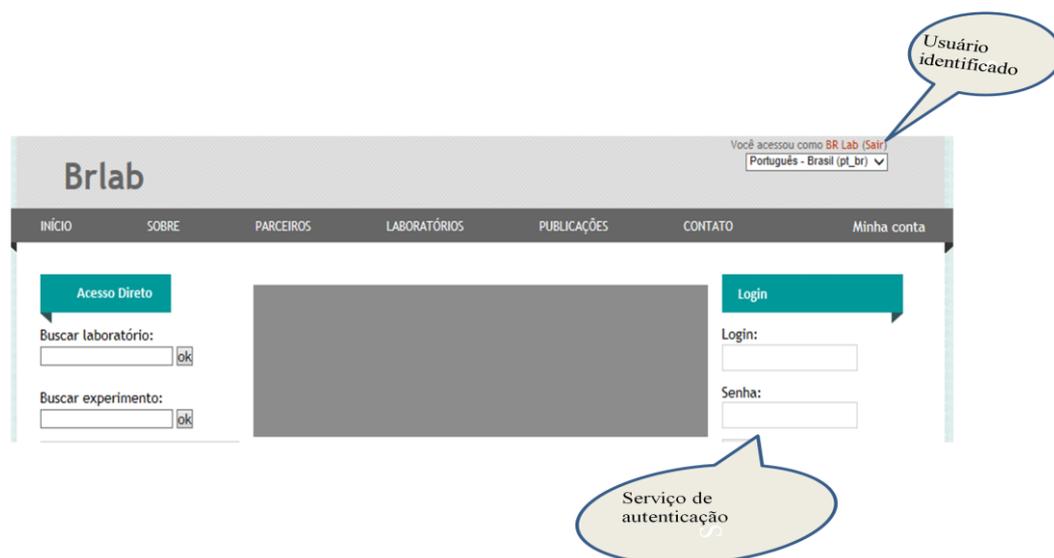
Na página inicial do Brlab, tem uma barra de menu que apresenta o ambiente sobre o objetivo do Brlab, laboratórios que estão integrados, publicações sobre o projeto, benefícios de se utilizar tal estrutura.

Para ter aceso as informações e ao laboratórios integrados é necessário ser cadastrado com perfil que possibilite realizar determinadas ações no ambiente. Nesta etapa de desenvolvimento ao autenticar-se no ambiente, têm-se a opção de escolher o laboratório de sensor e agendar um horário no laboratóro. A partir do agendamento pode-se realizar o experimento que desejar.

Nesta tese, defende-se que é possível o compartilhamento de recursos, evitando-se sua duplicação em situações em que se possa compartilhar, além disso, demonstrar a viabilidade de compartilhamento de laboratórios on-line integrados com Moodle.

A página inicial do Brlab tem informações gerais sobre o portal informando o que está disponibilizado, possibilitando o usuário cadastrado a fazer a sua autenticação no Brlab. Além disso, disponibiliza acesso rápido por um laboratório ou uma experiência realizada, apresentando *links* para os laboratórios on-line conveniados, em que direciona o usuário para o uso dos serviços disponibilizados em cada laboratório. Figura 7.8.

Figura 7.7: Página inicial do Brlab



Fonte: Brlab (2013)

O cadastro no Brlab é feito mediante solicitação para que se possa utilizar os serviços disponibilizados. Uma vez autenticado, neste protótipo, tem-se acesso aos recursos disponibilizados no ambiente.

Um experimento com laboratório de sensor no Brlab acontece de forma síncrona, sendo uma comunicação bidirecional que ocorre de forma temporariamente sincronizada, ou melhor, em tempo real. Nesta demonstração, optou-se por realizar um experimento prático de aquisição e armazenamento de dados, tendo como vista a coleta dos dados de temperatura, umidade, luminosidade e movimento no laboratório de sensor que monitora uma sala de computadores.

Os sensores coletam os dados no ambiente onde estão localizados; o usuário tem acesso em tempo real através do Brlab, armazenando-os na base de dados e disponibilizando-os para que os usuários possam acessá-los posteriormente.

Dentro do contexto desta proposta, fica destacado que todo o trabalho de extração de dados foi feito de maneira automática para o uso em desenvolver atividades ou fazer as análises em um módulo integrado ao Brlab.

Para realizar a coleta, primeiramente faz-se a escolha pelo laboratório.

Figura 7.8: Escolha do laboratório



Fonte: Brlab (2013)

Neste caso, o laboratório de acesso remoto de sensor instalado. A coleta a ser realizada é da temperatura, umidade, luminosidade e movimento em uma sala de CPD, a fim de se pesquisarem as condições ambientais internas que determinam as modificações climáticas. Detectar a presença no ambiente. Para a realização desta coleta de dados é feito primeiro o agendamento de horário no laboratório de sensor 1. A Figura 7.10. mostra a tela de agendar experimento.

Figura 7.9: Agendar experimento

data pretendida:

horários que já estão agendado para você		
data e hora agendada		--
21/07/2013	04:00:00	apagar
21/07/2013	07:00:00	apagar
21/07/2013	21:00:00	apagar

<input checked="" type="checkbox"/>	14:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	15:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	16:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	17:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	18:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	19:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	20:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	21:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	22:00	Horário disponível.
<input type="checkbox"/>	23:00	Horário disponível.

Fonte: Brlab (2013)

Na tela de agendamento deve-se, preencher a data a ser realizada a coleta; escolhe-se um horário de acordo com a lista de horários disponíveis. Caso o laboratório esteja vago no horário desejado, uma mensagem de confirmação da reserva é apresentada; caso contrário, escolhe-se um novo horário ou uma nova data para a realização da coleta.

Tem a opção de escolher um experimento já realizado, aparece uma lista ou criar um novo experimento. Para criar um novo experimento é inicialmente apresentada uma tela com dados gerais do experimento, correspondentes aos campos definidos. São disponibilizados dados do experimento referentes ao nome, campo científico e criador, dentre outros - Figura 7.11. No final tem o campo de coletar dados. Realiza a coleta imediata no local em que o sensor está instalado.

Figura 7.10: Adicionar experimento

Adicionar Experimento

Laboratório	Laboratório de sensor 1
URL	<input type="text" value="http://brlab.net/capta_sensores.php"/>
URI	<input type="text" value="200.131.5.40"/>
Nome	<input type="text"/>
Campo científico	<input type="text"/>
Nível educacional	<input type="text"/>
Criador	<input type="text"/>
Grau de dificuldade	<input type="text"/>
Duração	<input type="text"/>
Período	<input type="text"/>
Tipo	<input type="text" value="Real"/>
Descrição	<input type="text"/>

Fonte: Brlab (2013)

A inclusão dos dados na base de dados irá impactar as informações diretamente no processo de recuperação da informação.

A tela a seguir apresenta os dados coletados na realização da experiência . Figura 7.12.

Figura 7.11: Dados coletados

<input type="checkbox"/> Coletar de dados 25/06/13 09:01:51 [temperatura: 22.00 - umidade: 56.00 - luminosidade: 37 - movimento: true]
--

Fonte: Brlab (2013)

Ao acessar o laboratório de sensor, no final da experiência, tem-se a informação sobre o experimento. Coletam-se os dados das variáveis: temperatura, umidade, luminosidade e movimento. Observa-se que a coleta aparece o nome do experimento, a data e horário da coleta. A Figura 7.12 mostra os dados coletados.

Os dados coletados sobre a temperatura, umidade e luminosidade são armazenados na base de dados. A variável que coleta os dados do sensor de presença (movimento) não retornou dados. Problema no sensor movimento. O usuário faz o uso dos dados de acordo com suas necessidades.

No desenvolvimento de uma atividade o usuário tem a opção de selecionar um de seus próprios experimentos já registrados ou fazer uma pesquisa na base de dados para utilizar no desenvolvimento de atividades ou fazer uma nova análise.

Neste caso, é apresentado uma lista com os últimos experimentos realizados pelo usuário. Porém, construiu-se o módulo para o desenvolvimento de atividades. O professor pode fazer as experiências necessárias e disponibilizar para os alunos gerando o tipo de atividade que melhor se adequa a sua realidade. Os alunos podem utilizar o ambiente para interagir via *chat*, criar *fórum* ou lista de discussão.

Na Figura 7.13, mostra-se a lista de experimentos realizadas pelo usuário e utilizado para desenvolver uma atividade e, em seguida, registrado os comentários.

Figura 7.12: Lista de experimentos realizados

The screenshot displays a web interface with three main sections:

- DADOS:** Contains two data entries:
 - experimento temperatura 08/07/13 16:41:07**
[temperatura: 26.00 - umidade: 38.00 - luminosidade: 43 - movimento: false]
 - Coleta agendada 13/08/13 13:41:59**
[temperatura: 26.00 - umidade: 35.00 - luminosidade: 69 - movimento: true]
- ATIVIDADE:** Contains the text "Comente a variação de temperatura".
- COMENTÁRIOS:** Includes a text input field with the label "Faça seu comentário:", a "cancelar" button, and an "ok" button.

At the bottom, there is a table with two rows:

BR Lab	Não há variação
BR Lab	Não há variação

Fonte: Brlab (2013)

Podem-se utilizar os dados para se fazer estudos comparativos com outros dados coletados no ambiente, ou mesmo para comparar com outro local. Faz-se o uso dos dados das mais variadas maneiras, uma vez que são armazenados numa base, para posterior utilização ou compartilhamento com outros usuários do ambiente. O resultado é disponibilizado pelo servidor web do Brlab, tornando-se acessível a qualquer usuário do portal.

O processo de recuperação é similar ao processo de indexação, que corresponde de modo exato a seu objeto, ou seja, uma representação padronizada proporciona recuperação com maior índice de assertividade. Ao final da pesquisa, os dados e análises sobre os experimentos selecionados podem ser visualizados.

Neste caso só está disponível a busca pelo experimento realizado, implica em recuperar os dados do experimento, bem como as análises e comentários já realizados sobre os dados coletados.

Tal alternativa visa possibilitar ao usuário buscar os dados e desenvolver suas atividades, disponibilizar para comentários, acompanhar a evolução de um grupo de estudos são várias as possibilidades de aplicação. Em relação aos professores podem utilizar como meio de acompanhar uma discussão com os alunos. Incentiva o uso dos recurso do Moodle, dentre outras alternativas.

Com a finalização da demonstração prática, em que foi verificado os quesitos de integração de laboratório de acesso remoto com Moodle, armazenamento de dados e recuperação. Foram apresentados, testados e resultados apresentados. Ficou comprovado a viabilidade técnica da proposta.

No próximo Capítulo mostra-se análise dos resultados alcançados com a verificação da ARCL através do Brlab.

8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, busca-se delinear a análise dos resultados encontrados com aplicação da Arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line. No processo de verificação foi construído um portal, integrou-se um laboratório de acesso remoto e realizou-se uma prática demonstrativa. Para isso, primeiramente analisou-se a estrutura idealizada para o Brlab, a partir da ARCL com ênfase no que foi implementado em um ambiente de integração. Em seguida, analisaram-se os resultados encontrados com a realização de uma prática demonstrativa em que se utiliza o laboratório de sensor de acesso remoto integrado ao Brlab, e, compara-os com os trabalhos analisados.

8.1 A VISÃO DE APLICAÇÃO DA ARQUITETURA

As transformações pelas quais os laboratórios vêm passando nos últimos anos, com os processos de automação e o rápido desenvolvimento dos meios de comunicação, deixou de ser um espaço de realização de práticas didáticas locais para se tornarem ambientes virtualizados que disponibilizam recursos para atender aos usuários (pesquisadores, alunos, capacitação de funcionários) acostumados a interações virtuais por meios dos mais variados recursos através da internet, que tem sido a grande impulsionadora na busca de novas tecnologias para atender a demanda dos usuários por aplicações multimídia que necessita de largura de banda.

Ressalta-se que a alteração das dinâmicas organizacionais está presente nas mais diversas conjunturas. O que se observa é uma tendência a tais laboratórios se agregarem em redes, devido às características de suas configurações, e podem vir a ser considerados como uma alternativa viável para o desenvolvimento de ensino e pesquisa, devido ao que proporcionam em relação à diminuição de custos e de tempo (no sentido de disponibilização), e do incremento da qualidade das ferramentas tecnológicas envolvidas.

Na medida em que os laboratórios se aderem a estruturas em rede, nota-se a tendência desses em alterarem as suas estruturas, muda-se a forma de operacionalização e agregam-se outras funções.

Porém, as transformações requerem novas tecnologias e maneira de se organizar, capazes de dar suporte à criação de produtos e serviços; em alguns contextos, tal qual o de desenvolvimento e disseminação de atividades acadêmicas (como pesquisa, ensino e extensão), a nova realidade se espreita e se institui, ocorrendo, em função das necessidades de seus usuários, que tais laboratórios ofertem produtos e serviços com qualidade.

Na medida em que necessita prover serviços com qualidade, é necessária uma alteração em sua estrutura e forma de se organizar, que suportem essa nova maneira de atuar. Com vistas a tentar amenizar a carência de laboratórios on-line e preencher esta lacuna é que a ARCL se propõe a servir de diretriz na estruturação de rede de laboratórios que visem à disponibilização de recursos de laboratórios, além de atender aos requisitos que exigem os ambientes voltados para o ensino e pesquisa.

Porém, nesse cenário de estruturas em redes, com ênfase na disponibilização como serviços, é que surge a necessidade de se conseguir desenvolver uma flexibilidade crescente (incomum, de fato, em ambientes acadêmicos) que leve os agentes envolvidos com os novos laboratórios a buscarem a reestruturação de maneira distinta à do passado. Portanto, pode-se afirmar que os novos ambientes de laboratórios em redes devem ser vistos como um modelo de flexibilização, inerente aos laboratórios ditos *tradicionais*.

Por conseguinte, para atender à nova configuração, as redes de laboratórios devem utilizar arquitetura, *frameworks* e padrões em linhas gerais; pode ser entendida como uma maneira de arquitetar a construção de sistemas voltados para essa realidade. A demanda por serviços de laboratórios aponta para um mercado em ascensão, haja vista o crescimento dos cursos na modalidade a distância, ou mesmo os cursos que necessitam de práticas laboratoriais a distância, em especial, os cursos de Tecnologia, em que há uma carência de laboratórios on-line, especialmente os de acesso remoto, percebe-se na falta de oferta de disciplina e de cursos de Engenharia nesta modalidade.

As redes de laboratórios traduzem-se em alternativas viáveis e, muitas vezes, necessárias, não apenas para a sobrevivência dos laboratórios institucionais (em especial as de pequeno porte) - visto que o isolamento as torna incapazes de acompanhar o ritmo de mudanças e as exigências de atualização tecnológica e gerencial -, mas também para a adaptação à dinâmica dos mercados e à obtenção dos ganhos de escala, necessários à competição, a custos significativamente menores, em virtude da cooperação e da diluição do risco, que justifique a adesão a uma rede de laboratórios para compartilhar ou para adquirir os serviços de laboratórios.

A arquitetura delineada busca direcionar a estruturação dos ambientes em redes de laboratórios; tem por objetivo prover uma forma de se organizarem, e defende que a estruturação a partir da integração entre camadas - em que aponta em cada uma delas os processos necessários para a sua estruturação -, dá estrutura e significado para um problema de compartilhamento de laboratórios on-line, o que poderá aliviar significativamente a gestão de cada instituição na oferta de serviços de laboratórios.

A ARCL na sua implementação, pode utilizar como ponto de partida a orientação ao desenvolvimento do sistema, fornecendo uma base para a visualização e a análise das camadas. Os serviços fornecem uma maneira de se mostrar o alinhamento em diferentes camadas: relacionamento, provisionamento e a infraestrutura. A integração dos serviços é essencial para fornecerem-se descrições de uma rede de serviços de laboratórios.

Cada camada tem seus componentes principais, que devem ser mapeados de acordo com a proposta da rede, assim como foi descrito no capítulo de especificação da arquitetura nas suas respectivas gerências e verificada na estruturação do Brlab: Figura 8.1.

Figura 8.1: Camadas e gerências

Camadas	Gerências (e-TOM)
Camada de Relacionamento	Gerência de Relacionamento com Usuário Fornecedor/parceiros
Camada de Provisionamento	Gerência e Operações de Serviços
Camada de Infraestrutura	Gerência e Operações de Recursos

Fonte: autor

Espera-se que tal estrutura atenda às necessidades de operacionalização de uma rede de laboratórios na prática, além de atender aos requisitos que exigem os ambientes voltados para o ensino e pesquisa.

Relacionados com a estruturação percebeu-se no Brlab:

- Camada de relacionamento através da sua gerência de relacionamento com o usuário foi implementado o serviço de suporte ao usuário com cadastro, alteração e exclusão de dados do usuário. É responsável por controlar e autenticar o acesso do usuário aos recursos do ambiente. Condição necessária para o usuário solicitar um serviço no Brlab.

- Camada de provisionamento através da gerência de operações e serviços foi disponibilizados os serviços de agendamento de horário de uso do laboratório (reserva); criar experimentos; criar atividades; fazer comentários e busca e recuperação de dados tendo como foco atender as necessidades dos usuários. Organizou e disponibilizou os serviços que garantem a solicitação do usuário; buscou dar o suporte e acompanhamento ao usuário em relação aos serviços de coleta de dados disponibilizados no Brlab. Possibilita incluir novos serviços. Fica em evidência a flexibilidade proposta pela arquitetura e, além disso, possibilita

a expansão dos serviços ofertados, o que configura a escalabilidade nas soluções em redes de serviços.

- Camada de infraestrutura através da gerência de operações e recursos foi estruturada para organizar e disponibilizar os laboratórios, neste caso, os recursos relacionados ao laboratório de sensor. Cadastro de laboratório.

Tal disposição da ARCL justifica, uma vez que a arquitetura defende o uso das camadas como forma de se estruturar uma rede. Por outro lado, percebeu-se que a dificuldade de adoção de estrutura em rede para laboratórios on-line deva-se à pouca divulgação de informações sobre os procedimentos adotados, sobre os processos de construção, ou mesmo sobre a aceitação de uma maneira de estruturação e compartilhamento dos laboratórios. Com a criação da arquitetura, busca-se apresentar uma maneira de se organizarem os ambientes de laboratórios, mesmo em instituições educacionais de pequeno porte, que poderão adotá-lo para compartilhar suas estruturas de laboratórios por meio de adesão..

Parte-se do princípio que a estruturação de uma arquitetura padroniza a construção dos laboratórios on-line, a disponibilização dos recursos, a estruturação de informações e sua disponibilidade, que devem estar de acordo com as necessidades do usuário, promovendo desta forma, o acesso à informação. A estruturação do Brlab com base na ARCL foi apresentada e verificada a sua aplicação, apesar de ser um protótipo, busca-se demonstrar que tal alternativa é viável, o que possibilita defender a sustentação do Brlab, como referência no desenvolvimento de Portal de laboratórios.

8.1.1 A Visão da Sustentabilidade do Brlab

A sustentabilidade de um ambiente deve atender as características identificadas para a sustentabilidade do Brlab. Neste caso, vale salientar que os riscos podem ser identificados de acordo com o ambiente em que se está instalado.

Na visão de Beal (2008) riscos são possibilidades de ameaças que explorem as vulnerabilidades, ocasionando danos ou perdas de dados, proporcionando prejuízos aos negócios da instituição e que acabam por afetar os princípios de confiabilidade, integridade e disponibilidade. A visão do risco como parte do negócio obriga a uma preocupação quanto aos principais eventos que possam colocar em perigo o resultado, as pessoas, as informações, o ambiente e os demais entes relacionados.

Considera-se que a gestão de risco é o conjunto de processos que permite às organizações identificar e implementar as medidas de proteção necessárias para diminuir os

riscos a que estão sujeitos os seus ativos de informação, e equilibrá-los com os custos operacionais e financeiros envolvidos.

Identificar a probabilidade do risco e o impacto, caso aconteçam, faz com que a sustentabilidade do Brlab garanta a sua real efetividade e a disponibilidade dos serviços, sendo mensurados através de indicadores atribuídos conforme as características apontadas de necessidade de aderência, reciprocidade e aceitação, práticas de segurança, gestão da aplicação da ARCL no Brlab, arquivamento das informações, auditoria.

8.1.2 Brlab: O Papel de Integrador

O desenvolvimento do Brlab seguiu a estrutura de desenvolvimento orientada pela arquitetura especificada na oferta dos serviços tendo em vista atenderem as necessidades dos seus usuários. No desenvolvimento da interface buscou utilizar orientações da Arquitetura da Informação^{16, 17} (parcial) na busca de diretrizes necessárias para auxiliar o desenvolvimento de ambientes informacionais, abordando o processo de estruturação, organização, representação, recuperação e disseminação de conteúdos e serviços, com vista a atender os laboratórios on-line integrados ao ambiente.

Porém, ainda, não foi desenvolvido como previsto, utilizando os recursos planejados. Tratando de um ambiente que busca utilizar de padrões e recomendações, a questão da acessibilidade é também elemento importante para a garantia de que todos os usuários possam acessar os conteúdos dos laboratórios on-line de maneira efetiva – sejam pessoas com ou sem deficiência. A conformidade com o padrão SCORM aos critérios de acessibilidade da W3C, bem como a investigação do comportamento de uso através de técnicas de Interação Humano-Computador (IHC), contribuem para a eliminação de barreiras no acesso e na facilitação no uso dos ambientes de laboratório on-line (LIMA et al, 2012; 2013; NEVILE, 2007).

Compreende-se que sem a garantia do acesso, o seu uso não é efetivo, e, portanto deixando de cumprir com sua função enquanto recurso on-line, cujo benefício é a maior disponibilidade de recursos. Tal preocupação norteou o planejamento do Brlab, em versões futuras será contemplado, nesta fase, a implementação foi parcial. Julga-se necessário atentar-se aos processos de gestão da informação.

¹⁶ A visão da Arquitetura da Informação apresentada por Morville et al (2006) considera uma abordagem direcionada para a Ciência da Informação, e convergem para os processos de organização e representação da informação e da classificação documental

¹⁷ Garret (2000) tem a visão da Arquitetura da Informação como o processo de estruturação e organização dos conteúdos em *websites*, incluindo-o em um framework composta pelos elementos de Interface e de Informação/Contexto. A Arquitetura da Informação é uma das fases para o desenvolvimento de *websites* que não se atém aos aspectos de navegação.

Souza (2005) aborda que a gestão da informação¹⁸, envolvem questões relacionadas a segurança da informação que perpassa pela confiabilidade do ambiente. O valor da informação muitas vezes não é facilmente mensurável dada à quantidade crescente de dados que as instituições possuem, por conta disso, torna-se essencial identificar os elementos que compõem a comunicação de dados devido ao crescimento das informações como ativo de valor.

No processo de organização da informação¹⁹ por meio das técnicas da organização da informação, facilita a busca, seleção e disponibilização da informação. O uso da organização da informação propicia a elaboração de base de dados (repositórios) estruturados de informação e agrupa técnicas que fornecem subsídios para o desenvolvimento de estruturas que auxiliem na busca e seleção das informações desejadas.

Embora seja comum encontrar uma série de definições, para que o conhecimento possa ser produzido, difundido, porém, nos ambientes de laboratórios on-line o processo se inicia com os ²⁰dados (coletados e armazenados) que são interpretados gerando as informações absorvidos adquirindo o conhecimento produzido nas práticas laboratoriais. Pode ser entendido como a assimilação da informação no processo de aprendizagem. Entende-se que o conhecimento²¹ está relacionado à ação, ao contrário da informação. Diz respeito ao significado. Portanto, é específico ao contexto e relacional. Características pertinentes aos ambientes de rede de laboratórios on-line, uma vez que são realizadas experiências laboratoriais e, ao final, tem-se um conjunto de dados referente às experiências que podem ser compartilhada, reutilizadas produzindo novos dados, informação e conhecimento.

¹⁸ No entanto, existe uma tendência de se usar o termo dado em expressões compostas com o termo informação ou mesmo, conhecimento quando se fala em contexto não técnico

¹⁹ O ato de organizar a informação como a aplicação de uma linguagem, como vocabulário, semântica e sintaxe, pode ser utilizado para generalizar o entendimento e avaliar diferentes métodos de organização da informação, uma vez que esses construtos possibilitam o agrupamento de métodos de organização da informação: catalogação, classificação e indexação

²⁰ Neste trabalho, entende-se que o Dado é a representação codificada de uma ideia abstrata composta por números, palavras, figuras, gráficos, imagens ou qualquer forma de sinal desprovido de contexto. Permite a realização de cálculos, operações e quantificações. Já a Informação é o resultante do processo de análise e significância de dados e de manipulação e organização de um conjunto de dados relacionados que implica a mediação da mente humana que pode ter forma, ser processada, acessada, gerada, transmitida, armazenada, distribuída, consumida e duplicada, nesta visão o Conhecimento compreende o conjunto completo de informações, dados e relações que levam as pessoas à tomada de decisão, à realização de tarefas e à criação de informações ou novos conhecimentos.

²¹

No Brlab a base de dados foi estruturada de acordo com os padrões de troca de dados e informações²² na web, no entanto está implementada (parcial) com vista a atender a demonstração, o que caracteriza a troca de dados no ambiente.

O Brlab visa demonstrar a viabilidade do uso dos recursos de laboratórios de acesso remoto e simuladores em que dados e recursos são compartilhados, esse conjunto de dados produzidos são armazenados de maneira que possa ser reutilizado.

Neste sentido que a recuperação de informação²³ é ponto em evidência na construção de um portal de laboratórios. Um dos principais problemas em ambiente web é recuperar as informações que são relevantes para os usuários. Neste sentido amplo, não foi tratado no Brlab, mas indicam-se, na implementação em redes de laboratórios que se utilize de outras técnicas de suporte as buscas e recuperação.

O que pressupõe que as informações²⁴ no ambiente deve seguir uma orientação de organização, além de atentar para os processos de segurança dos dados no ambiente. No Brlab, até o momento foi implementado a recuperação por palavras-chave, o que fica caracterizado como uma recuperação de dados, no entanto os dados recuperados podem ser reutilizados para novas análises. A partir da análise obtêm-se informações que são absorvidas pelo usuário que se pode traduzir em conhecimento. Condição implementada e testada com a realização de uma demonstração o que levou a gestão²⁵ da informação. Num ambiente em pleno funcionamento a segurança dos dados, neste tipo de estrutura, é considerada de fundamental importância. Tal preocupação bem representada no Brlab.

Características pertinentes aos laboratórios que são produtores de dados: coletar dados (obter, adquirir), armazenar (tratamento dos dados), recuperar (busca, seleção), uso (análise, comentários agrega valor aos dados). O que correlaciona com as atividades de busca, obtenção, tratamento, agregação de valor, armazenamento, disponibilização, uso e retroalimentação. Ao satisfazer à primeira necessidade, a informação pode iniciar o ciclo

²² Souza (2005) aborda que a gestão da informação envolve dados, informação e conhecimento. No entanto, existe uma tendência de se usar o termo dado em expressões compostas com o termo informação ou mesmo, conhecimento quando se fala em contexto não técnico.

²³ Visto de uma perspectiva global, recuperação de informação é a busca e seleção de informações armazenadas, proporcionando retorno positivo para o usuário solicitante.

²⁴ Em Baeza-Yates et al. (1999) vê-se a recuperação com a representação, armazenamento, organização e acesso à informação. Faz-se distinção entre a recuperação de dados e recuperação de informação, indicando que recuperar dados consiste principalmente em documentos de identificação de uma coleção particular, que têm como palavras-chave os termos idênticos aos utilizados pelo usuário em uma consulta. Assim, de acordo com os autores, o processo de recuperação não satisfaz as necessidades de informação dos usuários; apenas recupera os dados. Para esses autores, recuperação de informação consiste em obter informações relevantes sobre um documento específico, e não simplesmente adquirindo resposta automática de uma consulta solicitada.

²⁵ Entende-se que a gestão da informação (dados) envolve um conjunto estruturado de atividades que incluem o modo como obtêm, distribuem e usam a informação e o conhecimento.

novamente, o que provoca uma busca. A necessidade de busca gera a obtenção (informação recuperada), que pode ser usada, armazenada ou tratada. No contexto em que é usada, agrega valor novamente e pode ser armazenada, tratada e disponibilizada para o uso.

Neste contexto, é necessário no planejamento e na implementação de ambientes de experimentação refletir sobre “ o que se quer disponibilizar “ e buscar tornar acessíveis as informações o que requer condições ampliadas de acesso e uso a usuários heterogêneos diante de interfaces digitais, as quais podem tanto possibilitar quanto limitar a interação homem-computador a partir da intersecção usuário-conteúdo-contexto.

Neste sentido, os ambientes de laboratórios on-line, além da disponibilização das informações de acordo com as necessidades de seus usuários, têm-se pensar no acesso a verdadeiros recursos a distância, desenvolvimento de recursos compartilhados, segurança das informações sendo que cada instituição tem a autonomia para o desenvolvimento de seus laboratórios on-line, com equipes diferenciadas, cultura e terminologias diversificadas entre instituições é importante que no ambiente que se utiliza uma linguagem de comunicação. Padronização de termos para facilitar o intercâmbio. Compreende-se que a ontologia²⁶ seja uma das maneiras indicado para um ambiente que se está estruturando em rede.

A ontologia é constituída por um vocabulário específico usado para descrever certa realidade, neste caso os termos, conceitos (recursos) utilizados no ambiente de laboratórios on-line em rede Lima et al (2010; 2011) defende que é preciso ter em mente que uma ontologia é um modelo de um domínio, real ou imaginário, e que o domínio de conceitos na ontologia reflete essa realidade que está sendo modelada ou entendida.

A importância do uso de relações conceituais bem estabelecidas para a consistência da estrutura terminológica e para a elaboração da taxonomia que deve compor a estrutura da ontologia uma vez que é utilizada para compartilhar um entendimento comum da estrutura da informação entre pessoa em determinado domínio; permitir a reutilização de conhecimento em determinado domínio; analisar o conhecimento em um domínio.

Neste sentido, sugere-se o uso de ontologia com o objetivo de formar um sistema de registro de informações que possam ser trocadas dentro de um projeto. Portanto, um entendimento compartilhado e um moderno sistema é necessário que integra o operacional. Têm-se de compartilhar o entendimento de um domínio de interesse. Neste caso, o uso de ontologias destina-se a interoperabilidade semântica refere-se à troca de informações em uma

²⁶ Ontologia é uma especificação explícita de uma conceituação (GRUBER et al (1995).

forma compreensível dentro e fora das fronteiras organizacionais da estrutura que se está construindo.

A princípio, foi iniciado o trabalho a partir das implementações no Brlab em que definiu a classe de laboratórios on-line com suas propriedades. Os diferentes tipos de laboratórios são concebidos como subclasses da classe de laboratório on-line. Dependendo do tipo de experimento, cada subclasse é ligada a uma ou mais tipo de experiências. Além disso, uma classe do tipo de laboratório remoto pode ser ligada apenas a experimentos onde o tipo experimento definido como experimento real, além de definir tipos de recursos dentro do ambiente de rede. O desenvolvimento está suspenso.

O Brlab foi desenvolvido para demonstrar a viabilidade de uso ARCL, em que foram apresentados nos procedimentos metodológicos os instrumentos, métodos e técnicas aplicados ao desenvolvimento do Brlab, mas o seu desenvolvimento foi parcial. Em se tratando de um protótipo, buscou-se demonstrar pontos considerados estratégicos deste trabalho. O que ficou comprovado com a demonstração de uma coleta no laboratório de sensor de acesso remoto.

8.1.3 Resultado com a Demonstração de uma Prática

Na demonstração comprovou-se que o laboratório de acesso remoto integrado ao LMS Moodle, mostrou ser uma alternativa para as instituições que necessitam de compartilhar laboratórios. Pode-se comprovar que as diretrizes adotadas na escolha do padrão de integração do laboratório de acesso remoto com o LMS em que se utilizou o empacotamento no padrão SCORM, revelou-se uma solução adequada para o problema proposto, uma vez que a falta de padronização é um dos problemas apontados em várias pesquisas, e é considerada um dos grandes dificultadores na integração dos laboratórios on-line com LMS. Considera-se ponto estratégico para o compartilhamento de laboratórios on-line.

No entanto, as vantagens decorrentes do uso de soluções baseadas no padrão SCORM incide na questão da portabilidade, reusabilidade juntamente com Moodle embora existam outras maneiras de se integrar recursos com LMS. Porém, na integração dos recursos de laboratórios on-line no Brlab em que se desenvolveram os módulos projetados como uma extensão do Moodle é necessário utilizar o Moodle, mesmo que a atividade não seja parte de um curso a distância. Além disso, nos ambientes de LMS permitem testes de conhecimento e avaliações, diferentes da maioria das plataformas desenvolvidas para laboratórios de acesso remotos. Recurso que pode ser acionado pelo professor ao estruturar suas atividades. Não foi objeto de demonstração.

Verificou-se que o uso dos recursos disponíveis no Brlab necessita de autenticação dos usuários. O qual será cadastrado mediante autorização do gestor. Condição que implica que o usuário, numa fase de implementação em maior escala, tem que estar vinculado a uma instituição conveniada.

Averiguou que o uso de laboratório de acesso remoto necessita de uma estrutura de controle de acesso, foi criado o modulo de agendamento de horário, o que levou a verificar que o laboratórios on-line permitem aos usuários o acesso aos recursos 24(vinte e quatro) horas durante 7 (sete) dias por semana, independentemente do horário de funcionamento das instituições, bem como independentemente de horários de funcionamento dos laboratórios.

Observou que na realização das práticas experimentais permite a criação de condições de uso dos recursos do Moodle, oportunizando o uso de ferramentas que geralmente não está presente nos ambientes de laboratório de acesso remoto, viabilizando a interação com outros usuários geograficamente dispersos. Por outro lado, para as instituições que ofertam cursos a distância pode ser uma possibilidade de ofertar cursos que necessitam de práticas laboratoriais.

Percebeu que o experimento concebido para demonstrar a coleta de dados dá ao usuário a oportunidade de compreensão das características de atuar em ambientes reais de experimentação, em tempo real, em vez de trabalhar somente com simuladores. Dados reais são coletados e armazenados para posteriores comparações, compartilhamento de dados.

A demonstração de uma prática no Brlab, comprovou a sua viabilidade de implementá-la em que integrou um laboratório de sensor para controlar remotamente, em um espaço web colaborativa.

Em termos de cenário de aprendizagem, o principal objetivo é permitir a criação de atividades utilizando-se os recursos dos Moodle, participando das experiências em laboratório on-line, coletando os dados e desenvolvendo suas atividades. No tocante à área social, a criação da experiência em laboratório à distância, o usuário interage diretamente com outros usuários, com o instrutor, equipamentos, atividades e outros elementos.

Nesta tese, considera que os laboratórios on-line sejam uma ferramenta interessante para permitir a colaboração síncrona entre os alunos em áreas geograficamente distribuídas, a integração do laboratório remoto de sensor ainda é apenas um componente de um cenário maior, que deve ser incluído numa rede de laboratórios on-line em que os dados coletados e suas análises são armazenados na base de dados, possibilitando aos usuários reusar os dados

armazenados. Tal característica é pertinente ao Brlab que se preocupa com a gestão dos dados oriundos das experiências realizadas no ambiente didático.

8.1.4 Brlab em Comparação aos Trabalhos Analisados

O Brlab é um Portal que oferta serviços de laboratórios de sensor de acesso remoto, realiza experimentos (coleta de dados) no laboratório integrado, armazena os dados coletados numa base de dados integrada com o Moodle, evitando, assim, fazer as experiências e, em segundo momento, duplicar os dados no ambiente de aprendizagem para desenvolver suas atividades é retrabalho. Além disso, viabiliza a colaboração e discussão entre os usuários sobre suas experiências utilizando as ferramentas natas do Moodle.

Comprovou com a demonstração que a integração de laboratório com acesso remoto com Moodle, resolveu, em parte, o problema de integração de laboratórios de acesso remoto com LMS uma vez que tal alternativa tem que ser testada em outros ambientes de laboratórios remotos com graus de exigência maior. O trabalho foca laboratórios on-line para práticas experimentais didáticas.

Constatou que a base de dados tem a função de servir como instrumento de organização, armazenamento e recuperação de informações sobre as práticas realizadas e que podem ser utilizados para diferentes propósitos, tanto para gestores educacionais quanto para o usuário do laboratório.

Averiguou que o armazenamento das práticas realizadas no laboratório propicia a sequencia de uma pesquisa, o acompanhamento de um estudo, os quais podem ser usados diretamente pelos usuários finais. Estes dados também podem passar por processamento, organização e armazenamento. Neste cenário que a base de dados do Brlab é proposta e está de acordo com as indicações da arquitetura de rede de compartilhamento de laboratórios on-line.

Neste sentido, o que se percebe é que nos trabalhos relacionados não se atentam com o material produzido pelos usuários nas experiências realizadas em seus ambientes de laboratórios experimentais. Tem que se pensar que dados produzidos podem ser reutilizados, experiências compartilhadas numa estrutura em rede onde as informações não têm fronteiras.

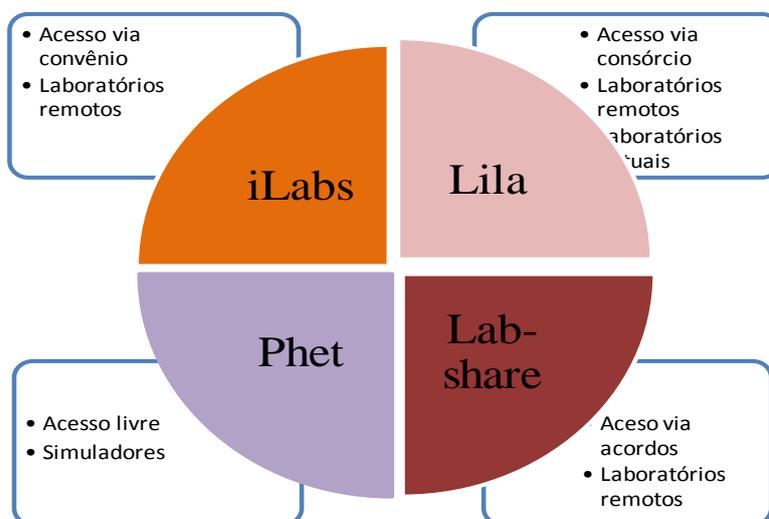
A formação de uma base de dados das práticas realizadas no portal é uma forma de se armazenar a evolução de um estudo. Dados coletados pelos usuários de um período ou um curso, no próximo período os usuários podem fazer novas coletas e já tem uma base de dados com referencia para comparar, realizar uma análise ou mesmo reutilizá-la. Numa estrutura em rede abrem-se possibilidades ilimitadas.

Compreende-se que na demonstração de uma prática com o Brlab, com a finalidade de verificar algumas funcionalidades na arquitetura, pode-se comprovar que o compartilhamento de laboratórios on-line revelou-se em uma solução adequada para o problema proposto.

Ao analisar os padrões ali adotados, foi possível verificar que a estrutura utilizada aplica-se adequadamente à estruturação de uma rede de laboratórios on-line em que se buscou mostrar que se pode criar uma rede de laboratórios levando-se em consideração a necessidade de compartilhar e de utilizar laboratórios on-line em rede, seu custo, flexibilidade e escalabilidade como foi comprovado e demonstrado no Brlab.

Entretanto, em alguns projetos citados, o que fica evidenciado é a questão tecnológica, que está bem difundida na área de laboratórios on-line, mas a questão da disponibilização dos recursos, a estruturação do ambiente em rede, ainda é pouco relatada. Há projetos de redes de laboratórios que compartilha tecnologia, integração entre laboratórios, como bem referenciado no Capítulo 4 e apontados na Figura 8.2.

Figura 8.2: Laboratórios analisados



Fonte: o autor

- Projeto Ilabs associados a diferentes tecnologias possibilita o uso a partir de convênios firmados, tem como ponto forte a estrutura tecnológica. Em desenvolvimento a integração o Weblab-Deusto.

- Projeto Lila a proposta é disponibilizar os recursos de laboratórios on-line para a integração com LMS nas instituições de origem, neste caso distribuem-se os objetos compatíveis (simuladores) com o padrão SCORM. Nos laboratórios de acesso remoto não se observou trabalhos que indicasse a sua integração com LMS ou integração entre laboratórios.

- Projeto Labshare fornece serviços de compartilhamento laboratório remoto para o setor educacional com aulas ilustrativas de como utilizar os recursos dos laboratórios nas disciplinas.
- Projeto Phet disponibiliza simuladores para ser utilizado livremente para o ensino de Ciências.

Em comparação com os projetos relacionados e os apontamentos feitos nos trabalhos de Ma et al. (2006), Gomes et. al (2009), Bochicchio et al.(2010), Mateos et al. (2011), Orduna et al. (2012) entre outros, verificou-se que os principais problemas apontados são: escassez de laboratórios para a aplicação da teoria na prática (práticas experimentais) seja laboratórios convencionais(real) ou laboratórios on-line, falta de padronização no desenvolvimento, dificultando o compartilhamento, falta de integração de Laboratórios on-line com LMS, carência de ambientes colaborativos, insuficiência de espaços de armazenamento.

Verifica-se que nos projetos citados existe a preocupação com a carência de laboratórios para seus usuários, busca encontrar alternativas que viabiliza o uso compartilhado dos recursos através da disponibilização dos serviços de laboratórios on-line, mas em geral, alguns problemas constatados continuam, dentre eles, pode-se observar as seguintes ocorrências:

- 1 Falta de uma estrutura que direcione a construção de redes delaboratórios;
- 2 Laboratórios on-line não são padronizados;
- 3 Laboratórios on-line não estão integrados com LMS;
- 4 Laboratórios on-line não disponibilizam recursos colaborativos;
- 5 Laboratório on-line não oferecem meios de armazenamentos dos dados resultantes das suas práticas experimentais.

Considerando as ocorrências apontadas, os principais problemas identificados nos projetos de laboratórios, tais problemas identificados e tratados nesta tese em que buscou um caminho no sentido de solucionar ou pelos menos amenizar, a saber:

1. Falta de uma estrutura que direcione a construção de redes delaboratórios; - Construiu-se a ARCL;
2. Laboratórios on-line não são padronizados; - Utilizou-se o padrão SCORM;
3. Laboratórios on-line não estão integrados com LMS; - Integrou o laboratório remoto de sensor ao Moodle;

4. Laboratórios on-line não disponibilizam recursos colaborativos; - utilizam-se os recursos colaborativos nativos do Moodle, a partir da integração;
5. Laboratório on-line não oferecem meios de armazenamentos dos dados resultantes das suas práticas experimentais. – Criou-se uma base de dados.

Observa-se que em comparação com os trabalhos relacionados, os problemas apontados foram supridos ou resolvidos.

Conclui-se que a verificação da Arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line foi verificada com a construção do Brlab, e dentro do possível, por se tratar de um protótipo, buscou-se encontrar um ponto de solução para os problemas apontados. Dessa maneira, compreende-se que ARCL é viável para ser utilizada no desenvolvimento de uma rede de laboratórios on-line.

Neste contexto o uso de laboratórios on-line padronizados em rede possibilita o compartilhamento, levando as instituições de ensino e pesquisa a obterem vantagens dentre elas a diminuição de custo, maior disponibilidade de recursos de laboratórios para os alunos, professores e pesquisadores considerando uma alternativa de ampliar os atuais laboratórios de ensino por meio do compartilhamento das estruturas existentes. O que pode ser entendido como o conjunto de interações e trocas de informações entre organizações e indivíduos: se antes para se obter ganho era necessário atuar de maneira individualizada, agora para se adquirir ganho é necessário passar a atuar em coletividade.

Porém, na implementação de uma rede de laboratórios on-line deve-se investir em planejamento, pensar cada parte de um projeto, verificar se topologia da rede comporta o que se está propondo. A comprovação da inviabilidade do modelo proposto pode-se gerar alto custo de manutenção. Uma das opções é o uso da técnica de Análise de Redes Sociais (ARS) para verificar se as possibilidades de implementação de tal arquitetura dentro de uma instituição de ensino e pesquisa. Um passo importante foi à realização desta tese, que apontou algumas dificuldades ou pontos que devem ser reavaliados em relação à questão da tipologia atual, integração dos laboratórios em rede, problemas baixa largura de banda. Tais dificuldades espera-se que seja suprida, em relação aos procedimentos adotados a integração dos laboratórios.

Entretanto, a estruturação das redes de laboratórios, acredita-se que a arquitetura seja utilizada, testada, aperfeiçoada é uma estrutura em construção. Porém, em relação aos trabalhos analisados, não foi observado a tal preocupação com estruturação de seus ambientes em relação aos procedimentos de estruturação e gestão das suas redes. Esta proposta de

arquitetura direcionada para a construção de redes de laboratórios, busca-se suprir tal carência. No próximo tópico, discutem-se as possibilidades advindas das estruturas em redes.

8.1.5 As Possibilidades e Tendências Advindas das Estruturas em Rede

A formação de redes de laboratórios entre instituições pode constituir-se em contribuições significativas para a ciência e a engenharia em diferentes níveis, variando-se, desde o desenvolvimento de novas estruturas até experiências para a geração de novas tecnologias colocadas em uso de toda a humanidade. Esta abordagem pode proporcionar economias enormes, pois um maior conjunto de recursos e de dados é compartilhado on-line. O modo como a pesquisa é organizada e realizada mudou. Percebe-se a junção de grupos em grandes projetos, na maioria, em escala mundial, dispersos em equipes focadas em determinadas tarefas.

Por outro lado obtêm-se ganhos com a possibilidade de ampliar a força de ação de uma instituição, mediante a união com outras instituições. Ao participarem em uma rede, as organizações passam a ser percebidas com distinção em sua área de atuação, alcançando-se o reconhecimento por parte dos usuários, garantindo-se maior legitimidade às ações através dos acordos firmados e possibilitando soluções acessíveis, por meio de serviços, de produtos e da infraestrutura, disponibilizada pela rede viabilizando inovação e a aprendizagem mediante o compartilhamento de ideias e de experiências entre os usuários dos laboratórios em rede.

O desenvolvimento em conjunto, por meio da interação e das práticas de colaboração que possibilitam o desenvolvimento de estratégias coletivas de inovação, isso apresenta a vantagem de permitir o rápido acesso aos novos recursos tecnológicos, por meio dos seus canais de informação (conectividade), contemplando e minimizando os custos e riscos, ao dividir entre os parceiros determinadas ações e investimentos, levando a organização a incorrer em custos menores, na medida de seus parceiros, ou outros competidores não conseguem obter.

Neste contexto, considera-se que a criação de uma rede é formada dentro de um campo de ação coletivo estruturado, lógico, o que nos leva a entender que não existe um modelo universal para a criação de uma rede - depende do campo de ação, o que induz às várias formas possíveis de redes movidas pela necessidade. Por outro lado, fatores como a flexibilidade nas instituições são essenciais, em função da competição e da instabilidade, o que exige das instituições velocidade e adaptabilidade.

Os novos sistemas produtivos dependem da combinação de projetos de cooperação e colaboração entre instituições e unidades descentralizadas, as quais se conectam entre si,

buscando parcerias. Em vista disso, quanto maior o número de laboratórios on-line, mais acentuado será o caráter da organização em rede e maiores os vínculos de ligação, que varia quanto ao grau de integração das instituições envolvidas e a adequação a outras redes.

No caso das redes de laboratórios on-line, a adesão de outras redes ou de outros laboratórios on-line traz ganho para ambas as partes. De um lado, a instituição que aderir passa a contar com mais recursos disponíveis para seus usuários, de outro, os participantes da rede ganham mais laboratórios para oferecer a seus usuários. Nesta estrutura de rede, os convênios são firmados por acordos ou contrato.

Neste de tipo de estrutura em rede, as unidades de valor são inter-relacionadas. A junção de sucessivas redes formará redes mais complexas, que podem sair fortalecidas, mas é preciso estar atendo às oportunidades e ameaças. As ligações propostas para a rede de valor visam estabelecer níveis organizacionais e têm por finalidade gerar valor para ambos os intervenientes, com inovações e estratégias em conjunto, potenciadas por um nível de cooperação e coordenação entre parceiros, resultando a numa rede de interligações mais ou menos complexas, que partilha a participação em diversas outras redes. Neste caso, o valor do serviço afetado com a adição de mais um conveniado a uma rede afeta diretamente o valor do serviço a outros conveniados.

No caso dos ambientes de redes de laboratórios, a adesão de instituições com laboratórios já estruturados à rede, em geral, terá um ganho na oferta de um novo serviço ou no aumento da oferta de serviços já existentes.

Neste contexto que a estruturação por meio da arquitetura, preocupa-se com a organização desses ambientes em rede, compartilhamento de laboratórios on-line pode ser considerado um ponto estratégico para uma instituição de ensino e pesquisa uma vez que disponibiliza para seus alunos acesso independente de horário ou local. Para os usuários, possibilita acesso a um maior numero de experimentos remotos e virtuais. Para a instituição, a redução de custos de aquisição ou desenvolvimento de experimentos. Dessa maneira, entende-se que traz benefícios para as instituições, usuários e a pesquisa.

- Benefícios para a instituição: os laboratórios on-line em rede permitem que um pool comum de recursos seja compartilhado entre muitas instituições e usuários. Na realidade, a maioria das Universidades e Institutos de Tecnologia não podem financiar ou manter todos os recursos ideais de laboratórios experimentais de forma independente. Isto é importante para aquelas que têm instalações limitadas devido ao tamanho ou a distância geográfica.

- Benefícios para os usuários: a experimentação laboratorial é fundamental para a educação científica. Permite que os alunos possam "experimentar" a ciência através da experimentação online. Facilita a sua aprendizagem e motiva seu engajamento no cumprimento de exigências curriculares específicas. A natureza de laboratórios remotos permite aos alunos fazer observações experimentais em equipamento real, capturar, estudar e analisar dados experimentais, tornando a aprendizagem ativa, envolvente e motivando os alunos.
- Benefícios para pesquisa: ao alavancar a inovação tecnológica no laboratório on-line existente, há uma oportunidade significativa para melhorar a produtividade de pesquisa em uma gama de disciplinas, apoiando o compartilhamento da pesquisa distribuída, proporcionando grandes oportunidades para acelerar a pesquisa e colaboração entre comunidades de pesquisa, bem como a nível internacional; capacidades aumentar de forma interativa, processar, analisar e exibir dados em tempo real; Apoiar a aprovação e adaptação de novas tecnologias.

São inumeros os beneficios que se pode adquirir numa estrutura em rede, mas retornando aos fatores que motivam a estruturação de uma rede de laboratórios on-line, levando em conta as necessidades de compartilhar recursos, com vistas aos benefícios que pode ser alcançados, tem que superar os problemas para se chegar a esta realidade de poder utilizar-se uma estrutura em rede em vez de se criar guetos que beneficiam um grupo específico de uma Instituição que as vezes tem maior representatividade, ou maior poder barganha na obtenção dos recursos de laboratórios e, até mesmo, evitar a duplicação de laboratórios, o que se percebe em Instituições Públicas.

Existem possibilidades diversas, a começar pela reestrutura de distribuição de verbas para aquisição dos laboratórios para as Instituições. Fundamentalmente, para que se tenha uma distribuição adequada é necessário integração de forma mais equilibrada das Instituições na formação de parcerias, convênios a partir da distribuição da verba pública. Isto de modo a integrar a uma rede publica de laboratórios, tal qual a experiência da Austrália em que está se construindo uma rede de laboratórios de acesso remoto em que a gestão do Projeto ficou a cargo do Instituto de Tecnologia de Sidney tem como foco as Ciências e as Engenharias.

Para isto possa acontecer, propõe-se um redesenho na forma de distribuição dos recursos, investimentos e coordenação de projetos em laboratórios em especial, na área pública, como parte do sistema na tentativa de reformular tais práticas na busca por espaços mais ampliados é necessário o diálogo, articulações entre as partes interessadas.

Percebe-se que a formação em rede de laboratórios possibilita um maior oferta de recursos para os alunos, em especial, os oriundos das Instituições de Ensino Público. Tal

iniciativa a partir da formação em redes de laboratórios on-line aliados a projetos de incentivo ao desenvolvimento do ensino tecnologico pode alavancar o ensino em todoo Pais e ir além das nossas fronteiras.

A partir dos aspectos apontados, pode-se vislumbrar que, de acordo com as tendências em ambientes de laboratórios on-line deverão antecipar-se à demanda e tornarem-se pró-ativos, disponibilizando produtos e serviços, com valor agregado para o usuário. Será essencial, que os ambientes de laboratórios on-line monitorem e se adéquem aos avanços tecnológicos, para que sejam efetivamente reconhecidos como um local ensino e pesquisa, aproveitando os desafios e as oportunidades proporcionadas pelo avanço da educação a distância.

Oportunidade de criar redes de serviços educacionais uma vez que se percebe carência de tais recursos seja na iniciativa privada (ensino, pesquisa e empresa/indústria) seja na iniciativa pública (Universidades, Institutos de Tecnologia, Centro Universtiários) .

As pesquisas apontam que não adianta existirem tecnologias, laboratórios on-line, sem que se preocupe com a questão dos processos de ensino e aprendizagem. A tecnologia, por si só, deixa lacunas. É preciso adequá-la com soluções disponibilizadas por sistemas já consolidados na área de ensino e aprendizagem, agregando-a às potencialidades advindas da web, uma vez que a sociedade atual cresce em ambientes dinâmicos, em redes pautadas nos mais diversos recursos proporcionados pela web. Percebe-se, de modo geral, a preocupação em incentivar o trabalho colaborativo, incluindo novas tecnologias. O que se espera é que essas inclusões aumentam a interação entre usuários, facilitando o processo de ensino e aprendizagem de forma colaborativa, proporcionando aos usuários sentimento semelhante ao da presença real de um laboratório físico, associando aos conteúdos abordados com a formação de *chat*, *fóruns*, *blogs* ou *cloudlearning* sobre tema específico de um laboratório on-line que integra um portal, assim como acontece com a formação de jogos em rede.

Por outro lado, a sustentabilidade da infraestrutura construída em grande parte, depende do interesse dos participantes para sustentá-la. A parte depende da especial atenção que deve ser dada ao investimento na educação pública de qualidade. Não se deve deixar de dar atenção à utilidade e uso do conteúdo distribuído e ao valor acrescentado ao portal de serviços de laboratórios. Espera-se que se adote algum modelo de sustentabilidade para tal ambiente, o que se pretende indicar nesta proposta para futuros estudos. Geralmente, o modelo em vigência propõe que cada Instituição participante do processo (desenvolvedor) matenha sua estrutura, normalmente, via parceria, financiamentos para a estruturação, mas a

manutenção geralmente é da mantenedora, como observado no decorrer dos estudos de relatos apresentados.

9 CONCLUSÃO

As estruturas em rede proporcionam uma nova forma de organização, favorecendo a criação de redes de laboratórios on-line. Porém, as instituições de ensino e pesquisa andam a passos lentos em relação às transformações que propõem o paradigma organizacional em rede; necessitam de uma completa revisão nos seus processos de construção e manutenção dos laboratórios, em especial, na maneira de ofertar serviços de laboratórios.

Os laboratórios convencionais exigem que os usuários estejam fisicamente presente, a fim de interagir com o equipamento, limitando sua flexibilidade, bem como o compartilhamento de instalações. Laboratórios remotos, no entanto, permitem que os usuários usem a internet para acessar remotamente equipamentos de laboratório físico, enquanto que os laboratórios virtuais possibilitam a simulação.

Porém, é necessário refletir na possibilidade de viabilizar a oferta de serviços, do ponto de vista de integração de recursos e serviços necessários ao atendimento aos seus usuários. Isso não significa que os processos formais institucionais se alteraram completamente, mas que se abriram novos espaços para integrá-los, de acordo com as demandas de um mundo globalizado em que os processos educacionais não têm fronteiras. Entretanto, a forma de organização em rede conseguiu permear os processos fundamentados em novas tendências de colaboração e cooperação, possibilitando transformações e proporcionando diferentes relações entre os atores envolvidos.

As novas tecnologias influenciam fortemente os processos educativos com o impacto provocado pela expansão da web, sendo utilizadas de diversas maneiras, desde o acesso a conteúdos, até a formação de redes sociais. Nos cursos que necessitam de práticas laboratoriais existe a necessidade de se adequarem à nova realidade.

Iniciativas de se reunirem laboratórios restringem a descrever sobre a implementação, disponibilização de recursos e facilidades de acesso, por exemplo, não se preocupando com a estruturação desses ambientes de laboratórios enquanto provedores de serviços educacionais. Na medida em que se integram cada vez mais tecnologias voltadas para o uso dos recursos a distância, organizações estão aderindo aos processos de virtualização, seja na área educacional ou nas empresas/indústrias para a capacitação profissional.

As instituições têm que se atentar para a viabilização de laboratórios com acesso a distância para seus usuários. Independentemente da modalidade de ensino que se está ofertando, o acesso aos recursos de laboratórios para a realização das suas práticas traz para a

instituição a flexibilização na oferta de horários, possibilitando redução significativa, em alguns casos, dos horários ociosos nos laboratórios. Para os usuários, traz a não necessidade de presença, possibilitando-se a realização de suas práticas em horários e locais diversificados. Na estrutura em redes, laboratórios e usuários estão geograficamente dispersos.

Considerando-se que um dos principais problemas que se perpetua ao longo dos anos é a carência de laboratórios para as práticas laboratoriais, entende-se que uma rede de laboratórios contribui significativamente na redução dos custos de construção e manutenção de laboratórios, possibilitando o aumento na oferta destes, favorecendo, tanto os gestores educacionais quanto os usuários.

Compreende-se que é uma alternativa viável de ser aplicada e demonstrada, no decorrer do trabalho; traz benefícios tanto para instituições quanto para usuários. Nesse sentido, a falta de uma rede de laboratórios pode ser vista como um dificultador na realização das práticas experimentais, principalmente em instituições que possui vários campi.

Refletindo-se sobre as diversas possibilidades que uma estrutura em rede de laboratório proporciona aos usuários, principalmente em se tratando de instituições de ensino público, em que os recursos para se construir e manter estruturas de laboratórios são escassos, surgiu o interesse em pesquisar-se sobre laboratórios de ensino e pesquisa com acesso a distância, o que levou a perceber que a carência de oferta de laboratórios para as práticas didáticas é um problema em todo o mundo, não uma característica brasileira.

Diante desse cenário é que surgiu a proposta de uma arquitetura que direcione a construção de redes de laboratórios on-line. A arquitetura delineada dá estrutura e significado a um problema de compartilhamento de laboratórios on-line, o que poderá aliviar significativamente a gestão de cada instituição no processo de disponibilização dos laboratórios on-line, vindo a torná-los bem mais acessíveis. O gestor educacional terá à disposição uma quantidade maior de laboratórios, para o planejamento estratégico do curso ou da disciplina. O usuário final terá aumento do número de laboratórios para realizar suas práticas experimentais.

9.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com relação a se propor a especificação de uma arquitetura em rede de compartilhamento de laboratórios on-line, a estrutura da arquitetura é apresentada no Capítulo 6, onde se definiram as camadas e as gerências relacionadas à estruturação de rede de laboratórios on-line. Por isso, decidiu-se pela utilização dos princípios da arquitetura em

camadas, em que se utilizou dos fundamentos do *framework* e-TOM para viabilizar a operacionalização de uma rede de laboratórios on-line. Como forma de se verificar a arquitetura especificada, construiu-se o Brlab integrado ao Moodle.

O Brlab faz o papel de integrador, disponibilizando os serviços de acesso, a reserva de horário nos laboratórios, a coletas de dados, o armazenamento, busca e seleção. A função do Brlab é servir como instrumento de organização, armazenamento e recuperação de informações sobre os laboratórios e as práticas experimentais realizadas, que podem ser utilizados para diferentes propósitos, tanto para gestores educacionais quanto para o usuário do laboratório.

Nos resultados e análises a partir da construção do Brlab alguns pontos considerados conflitantes no tocante aos problemas apontados nesta tese, podem ser verificados: falta de estruturas que auxiliem na construção de redes de laboratórios direcionados ao ensino e pesquisa, carência de laboratórios experimentais, carência de laboratórios on-line integrados com o LMS, a insuficiência (limitação) de espaço de armazenamento dos dados resultantes dos ensaios e experiências realizadas, carência de recursos colaborativos, entre outros foram percebidos e verificados com a demonstração do Brlab, conforme Quadro 9.1.

Quadro 9.1: Lista de problemas *versus* solução encontrada

Problemas identificados	Proposta de solução
Falta de uma estrutura que direcione a construção de redes de laboratórios.	- Construiu a ARCL
Laboratórios on-line não são padronizados;	- Utilizou o padrão SCORM
Laboratórios on-line não estão integrados com LMS;	- Integrou com Moodle.
Laboratórios on-line não disponibilizam recursos colaborativos;	- Com a integração ao Moodle utiliza-se recursos natos do sistema
Laboratório on-line não oferecem meios de armazenamentos dos dados resultantes das suas práticas experimentais.	- Criou-se uma base de dados (repositório)

Fonte: o autor

Comprovou-se que tal arquitetura é passível de ser aplicadas no desenvolvimento de redes de laboratórios on-line, uma vez verificada as orientações de como utilizá-la com o desenvolvimento do Brlab.

Constatou-se que a partir da integração de um laboratório on-line no Brlab cria-se possibilidade de inserirem-se outros laboratórios on-line, associar a outras redes de

laboratórios para ensino e pesquisa. Averiguou-se que os principais problemas apontados em relação aos trabalhos relacionados foram solucionados ou apontados um direcionamento no Brlab. Porém, para aplicar a arquitetura na estruturação de uma rede de laboratórios, indica-se que faça uma análise sobre as possibilidades de compartilhamento dos laboratórios na instituição em questão para ter o conhecimento efetivo das condições encontradas numa estrutura lógica da rede. Deve-se avaliar se o modelo da rede é viável (tipologia) para o que está se propondo. A comprovação da inviabilidade do modelo proposto pode-se gerar alto custo de manutenção.

Para que isso não aconteça, foi analisada a estrutura lógica de uma instituição de ensino e pesquisa, tendo em vista avaliar se a estrutura lógica se adéqua as características da arquitetura de rede de compartilhamento de laboratórios on-line em que se utilizou a técnica de análise de redes sociais. Ao final da análise, constatou-se que a infraestrutura de rede em questão corresponde às características desejadas de uma estrutura de compartilhamento de laboratórios on-line e, na análise, comprovou-se a necessidade de compartilhamento de laboratórios, uma vez que a instituição tem campi dispersos.

Entende-se que o uso de laboratórios on-line em rede aumenta a capacidade de atuação de cada instituição, uma vez que conta com maior número de laboratórios para a disponibilização para seus usuários. Por outro lado, os usuários têm opções de escolhas, adequação de horário de uso para desenvolver suas práticas experimentais, além da integração com outras redes de pesquisa aumentando significativamente a oferta de laboratórios, facilidades de interagir com outros usuários dos laboratórios conveniados, estabelecendo assim, uma rede social interna. Assim, compreende-se que há uma renovação, muda-se a visão de laboratório convencional para laboratório on-line.

Considerando os resultados obtidos pode-se concluir que, de acordo com os objetivos definidos, principalmente no que se refere à intenção de propor um arquitetura para contribuir para encontrar meios de fornecer subsídios e servir de referencia no desenvolvimento de rede de compartilhamento de laboratórios on-line, a arquitetura foi apresentada no capítulo 6, verificada no Capítulo 7, analisada no capítulo 8, conseguiu-se alcançar este objetivo. Desse modo, consideram-se os resultados satisfatórios, conforme apresentados no decorrer desta tese.

Em termos dos objetivos desta tese, pode-se concluir que o objetivo geral foi alcançado. Propor a especificação de uma Arquitetura em Rede de Compartilhamento de Laboratórios On-line.

9.2 CONTRIBUIÇÕES DA TESE

Esta tese apresenta uma arquitetura em rede de compartilhamento de laboratório on-line, a ser utilizada na construção de redes de laboratórios.

Em síntese, as principais contribuições desta tese, a princípio são:

- A estruturação de uma arquitetura em camadas agregando características de rede de valor para ser aplicada no desenvolvimento de rede de laboratórios
- A utilização do *framework e-TOM* na operacionalização;
- Desenvolver um protótipo do Brlab integrado ao Moodle;
- A integração de um laboratório de acesso remoto de sensor ao Brlab;
- Criar uma base de dados provenientes de dados resultantes das práticas didáticas em ambiente de laboratório on-line;
- Concluiu-se que a principal contribuição foi a Arquitetura em Rede de Compartilhamento de laboratórios on-line.

9.3 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa apresentada possibilita a realização de diversos trabalhos futuros, por se tratar de um tema em questionamento e com possibilidades de outras integrações:

- Continuar o desenvolvimento do Brlab, tendo em vista as questões de acessibilidade, implementar a taxonomia do ambiente, desenvolvimento da ontologia, seguindo o planejado e não realizado.
- A integração de outros laboratórios, desde que se adequa ao padrão de integração;
- Implementar a arquitetura em um ambiente em rede em funcionamento;
- Em relação a melhorias com a utilização da arquitetura, percebe-se necessidade de melhorar alguns processos. Uma sugestão seria utilizar de forma a completar os processos existentes o *framework* ITIL, utilizado em gestão de TI;
- Investir no desenvolvimento de uma ontologia para ambientes de laboratórios em rede. Uma vez que a definição de alguns recursos a serem integrados depende da visão de quem está configurando. Em ambientes de desenvolvimento distribuído, indica-se uma nomenclatura básica.

- Incluir outros laboratórios on-line com outras características ao Brlab, caracterizando a realização de prática com recursos de laboratórios distribuídos. Foi planejado e não realizado.

- Desenvolver aulas demonstrativas no padrão SCORM para que sirva de referência no uso dos recursos do Brlab;

- Criar grupos de pesquisas, cursos que incentive o uso de recursos de acesso remoto de baixo custo com *hardware* livre.

- Incentivar o uso de recursos, utilizando a plataforma arduino na estrutura do Brlab.

9.4 CONCLUSÃO GERAL DA PESQUISA

Esta arquitetura nasce da necessidade de amenizar as discrepâncias percebidas no desenvolvimento de laboratórios on-line. Sugere-se como diretriz para a formação de redes de laboratórios entre instituições, pode constituir-se em contribuições significativas para a ciência e a engenharia em diferentes níveis, variando desde o desenvolvimento de novas estruturas até experiências para a geração de novas tecnologias, colocadas em uso de toda a humanidade.

A conclusão da análise geral da Tese apoia-se na convicção de que existem estruturas, modelos para o desenvolvimento de redes de laboratórios. Entretanto, esta arquitetura apresenta uma opção de estruturação e comporta uma rede de laboratórios mais simples, bem como redes mais complexas. Isto ocorre devido ao fato de ser flexível e escalável.

Esta tese pretende, então, ser mais uma contribuição para o desenvolvimento do conhecimento científico sobre desenvolvimento de laboratórios on-line – em especial, em redes de laboratórios on-line –, visando contribuir para a literatura sobre o assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADL - Advance Distributed Learning.(2004) **SCORM Overview**. Disponível em: <http://www.adlnet.gov/Pages/Default.aspx> . Acessado em junho 2010.
- AGOSTINHO, L.; FARIAS, A. F.; FAINA, L. F.; GUIMARÃES, E. G.; COELHO, P. R. S. L.; Cardozo, E.(2010). NetLab Web Lab: A Laboratory of Remote Experimentation for the Education of Computer Networks Based in SOA. **IEEE Latin America Transactions**, Vol. 8, No.. 5, September 2010.
- ALBU, M. M.; HOLBERT, KEITH E.. 2004 Embedding remote experimentation in power engineering education. **IEEE Transactions On Power Systems**, v.19, No.1, February 2003.
- ALEJANDRO, V. A. O.; NORMAN, A. G.. 2006. **Manual Introdutório à Análise de Redes Sociais: medidas de centralidade**. Tradução e adaptação de: Maria Luísa Lebres Aires, Joanne Brás Laranjeiro, Sílvia Cláudia de Almeida Silva. Consultado a 20.06.2012.
- ALLEN, P.. 2006. **Service Orientation**. New York: Cambrige University Press, 2006. 336 p.
- BAEZA-YATES, R., RIBEIRO-NETO, B. 1999. **Modern Information Retrieval**.. New York: ACM Press, 1999.
- BALCEIRO, R. B., ÁVILA, G. M., CAVALCANTI, M. C. B. A. 2002 Função Logística nas Redes de Valor. In *V SIMPOI 2002 – Operações e Redes Produtivas: Integração e Flexibilidade* (Congresso). São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2002.
- BALESTRIN, A., VARGAS, L. M.. 2002. Evidências Teóricas para a Compreensão das Redes Interorganizacionais. In: **Encontro de estudos organizacionais**, 2, 2002, Recife. Anais... Recife: Observatório da Realidade Organizacional. PROPAD/UFPE: ANPAD, 2002. 1 CD.
- BALESTRIN, A., VERSCHOORE, J. 2008. **Redes de cooperação empresarial: estratégias de gestão na nova economia**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BARROS, B.; READ, T.; & VERDEJO, M. F. 2008. Virtual Collaborative Experimentation: An Approach Combining Remote and Local Labs”, **IEEE Transactions on Education**, Vol. 51, Issue 2. 2008.
- BEAL, A. (2008) **Segurança da Informação: Princípios e Melhores Práticas para a Proteção dos Ativos da Informação nas Orgnizações**. São Paulo: Editora Atlas.

- BENMOHAMED, H.; ARNAUD, L.;PATRICK, P.. 2005. Generic framework for remote laboratory integration. **ITHET 6th Annual International Conference**. Juan Dolio, 2005, Vol. T2b, 11.
- BOCHICCHIO, M. A.; LONGO, A. 2009. Hands-On Remote Labs: Collaborative Web Laboratories as a Case Study for IT Engineering Classes. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, No. 4, 2009, Vols. V. 2, October-December 2009.
- BOCHICCHIO, M. A.; LONGO, A. 2010. Extending LMS with Collaborative Remote Lab features Estendendo LMS com características colaborativas laboratório remoto. **IEEE Computer Society**. 2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies
- BONDI, A. B.. 2000. Characteristics of scalability and their impact on performance, **Proceedings of the 2nd international workshop on Software and performance**, Ottawa, Ontário, Canadá, 2000, página 195 – 203.
- BRLAB.net disponível em <<http://brlab.net>> acessado em 20.08.2013.
- CAGLIO, A. 1998. Networks and information technology: competing through extranets. In: Community Of European Management Schools, 3., Louvain-la-Neuve, 1998. **Proceedings...** [S.l.: s.n.],1998
- CAMARINHA-MATOS, L. M.. 2004. Virtual Enterprises and Collaborative Networks, **IFIP 18th World Computer Congress, TC5 / WG5.5 - 5th Working Conference on Virtual Enterprises**, August 2004, Toulouse, France. Kluwer.
- CAMARINHA-MATOS, L. M., e AFSARMANESH, H. 2005. Collaborative networks: a new scientific discipline. **Journal of Intelligent Manufacturing**, 16,, 2005, Vols. 439–452.
- . 2006. Creation of virtual organizations in a breeding environment. In: **Proceedings of the 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing**. 2006.
- CAMARINHA-MATOS, L.M.; AFSARMANESH, H. 2008. Classes of collaborative networks. **Encyclopedia of Networked and Virtual Organizations**. January, 2008.
- CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo, Paz e Terra, 1999.
- CYBIS, W.; BETIOL, A.H.; FAUST, R. 2007. Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos,

- CMUK, D. Cmurk et al.. A Novel Approach to Remote Teaching: Multilanguage Magnetic Measurement Experiment. **IEEE Trans. Instrumentation and Measurement**, vol. 57, no. 4, pp. 724-730, Apr.2008
- CMUK, D.; MUTAPCIC, T.; BILIC, I. 2009. MIRACLE- Model for Integration of Remote Laboratories in Courses that Use Laboratory and e-Learning Systems.4 OC. DEZ., s.l. : **IEEE Transactions on Learning Technologies**, 2009, Vol. 2.
- CORTER, J. E.; NICKERSON, ESCHE, S. K.; CHASSAPIS, C.; IM, SEONGAH, MA, J. 2006. Constructing Reality: A Study of Remote, Hands-On, and Simulated Laboratories. **ACM Computing Surveys**, September 2006, 2006, Vols. Vol. 38,, n. 3.
- COSTA, J. C. MAÇADA, A. C. G. 2009. Gestão da Informação Interorganizacional na Cadeia de Suprimentos Automotiva. **Revista RAE Eletrônica**. jul./dez, 2009, Vol. v.8. www.fgv.br/raeeletronica.
- DENIZ, D. Z.; BULANCAK, A.; ÖZCAN. 2003. A novel approach to remote laboratories. **33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**. 2003, Vols. CO T3E-8., November .
- DINIZ, E. H.; PORTO, M.; CASTILHO, N. C. Estado da Arte dos Portais Corporativos em Bancos. In: **Tecnologia de Informação**. ALBERTIN, A. L.; MOURA, R. M (organizadores). Editora Atlas, São Paulo, 2004.
- e-TOM - **enhanced Telecom Operations Map**. The Business Process Framework. 2007. TELEMANAGEMENT FORUM. Disponível em: <http://www.tmforum.org>. Acessado em: 10.12.2012.
- FAMILIA, R. A. 2005. Virtual laboratory for cooperative learning of robotics and mechatronics. **ITHET 6th Annual International Conference**. 17 , 2005, Vol. T2b.
- FEISEL, L.D.; ROSA, A.J.. 2005. The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. **Journal of Engineering Education**,. 1, 2005, Vol. 94.
- FJELDLY, T.A.; SHUR, M. S.; *LAB ON THE WEB*: Running Real Electronics Experiments via the Internet. **John Wiley & Sons**. U.S.A. 2003.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., GÓMEZ-PÉREZ, A.; PAZOS-SERRA, J. Building a Chemical Ontology Using METHONTOLOGY and the Ontology Design Environment. **IEEE Intelligent Systems & their applications**. January/February PP. 37-46.

- FERREIRA, J. M.; MUELLER, D.: The MARVEL EU project: A social constructivist approach to remote experimentation, Remote Engineering and Virtual Experimentation Symposium (**REV 2004**), Villach, Austria, September 2004.
- FREIRE, M. J. M.; TAROUCO, L. M. R.; TAMUSIUNAS, F. R.. 2003. **SCORM - Sharable Content Object Reference Model. Disponível em:** <http://www.cinted.ufrgs.br/files/tutoriais/scorm/scorm.htm>. **Acessado em: 20.12.2012.**
- FUJII, N. e KOIKE, N. 2005. A time-sharing remote laboratory for hardware design and experiment with shared resources and service management. **ITHET 6th Annual International Conference- IEEE** . July 7-9, 2005, Vols. T2B-5.
- GAROSSIN, D. F.. 2010. **As Tecnologias da Informação e Comunicação como vetores catalisadores de participação cidadã na construção de políticas públicas: o caso dos conselhos de saúde brasileiros**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Comunicação, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- GARRETT, J. J. 2000 **The Elements of User Experience**. 2000. Disponível em: <<http://www.jjg.net/elements/pdf/elements.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2010.
- GASPAROTTO, A. M. S. 2008. Estudo Dirigido às Redes de Colaboração no Brasil: Um Enfoque À Rede de Pesquisa Ifm. **XXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção- – ENEGEP** . 2008.
- GIL, A. C. 2002. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas. 2002.
- GOMES, L. e BOGOSYAN, S.. 2009. Current Trends in Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**,. 12, 2009, Vol. 56, Dec. 2009.
- GONZALEZ-BARBONE, V. ANIDO-RIFON, L..2010 “From SCORM to Common Cartridge: A step forward”, **Computers & Education** 54 (2010).
- GRAVIER, C., FAYOLLE, J., BAYARD, B., ATEs, M., LARDON, J. 2008. State of the Art About Remote Laboratories Paradigms. **Foundations of Ongoing Mutations DIOM Laboratory**. N. 1, 2008, Vol. VOL. 4, feb. 2008.
- GRUBER, T. R. TOWARD Principles of the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. **International Journal of Human Computer Studies**. 43. 1995. Pp. 907-928.
- GRUBE, P., et al. 2011. A Metadata Model for Online Laboratories. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)** . 2011.

- GUSTAVSSON, I; et al.. 2009. On Objectives of Instructional Laboratories, Individual Assessment, and Use of Collaborative Remote Laboratories. **IEEE Transactions On Learning Technologies**, VOL. 2, NO. 4, OCTOBER-DECEMBER 2009.
- HAHN, H. H. e SPONG, M. W. 2000. Remote laboratories for control education. **Conference on decision and control. Proceedings of the 39 IEEE**. 895-900. 39, 2000.
- HAGEN, Guy; KILLINGER, Dennis K.; STREETER, Richard B. **An analysis of communication networks among Tampa Bay economic development organization**. University of South Florida: Technology Deployment Center, 1997.
- HAMEL, G.; PRAHALAD, C.K. **Competing for the Future**. Harvard Business School Press, Boston, 1990.
- HARDWARD, J. 2004 “iLab: A Scalable Architecture for Sharing Online Experiments”, **International Conference on Engineering Education**, Gainesville, Florida, 2004.
- HARWARD, V. J.; DEL ALAMO, J. A.; LERMAN, S. R.; BAILEY, P. H.; CARPENTER, J.; DELONG, K.; FELKNOR, C.; HARDISON, J.; HARRISON, B.; JABBOUR, I. *et al.*, (2008a) “The ilab shared architecture: A web services infrastructure to build communities of internet accessible laboratories,” **Proceedings of the IEEE**, vol. 96, no. 6, pp. 931–950, 2008.
- HARWARD, V. J.;ALAMO, J. A., Ayodele, K. P., Bailey, K. H., DeLong, Hardison, J., Harrison, B., Ilori, O., Jiwaji, a., Lerman, S.R., Long, P. D., Shroff, R., Soumare, H., (2008b) “Building an ecology of online labs,” in **Proceeding of the International Conference on Interactive Collaborative Learning - ICL2008**, 2008.
- HASSAN, H., et al. 2008. Integrated multicourse project-based learning in electronic engineering, . **Journal Eng. Educ.**, . 3, 2008, Vol. 24, Mar. 2008.
- HEAD, B. W. Assessing Network – Based Collaborations Effectiveness for Whom? **Public Management Review**. V. 10, n. 6, p. 733-749, 2008.
- HELANDER, M.; EMAMI, M.. 2008. Engineering and Laboratories: Integration of remote access and e Collaboration,. **Journal Eng. Educ.**, . 3, 2008, Vol. 24, Marc. 2008.
- HSU, S.; BASSEN, A.; ILYAS, M. 2000. A java-based remote laboratory for distance education. **International Conference on Engineering Education**. Ago, 2000.
- IEEE Learning Objects Metadata Workgroup (2002), <http://www.ieee.org/portal/site>, setembro 2010.

IFNMG- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO NORTE DE MINAS GERAIS. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA. **PDTI- Plano Diretor de Tecnologia da Informação-** 2011-2012.

IFNMG- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO NORTE DE MINAS GERAIS. **PETI- Planejamento Estratégico de Tecnologia da Informação.** 2011 – 2013.

IFNMG- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO NORTE DE MINAS GERAIS. **Plano de Desenvolvimento Institucional.** 2009.

ILAB, MIT Disponível em:<http://icampus.mit.edu/iLabs/> acessado em novembro 2012.

JANSSEN, M.; Hjort-Madsen, K..Analyzing Enterprise Architecture in National Governments: The cases of Denmark and the Netherlands.Computer Society.Proceedings of the **40th Hawaii International Conference on System Sciences** – 2007.

JOHNSON, J. D. **Gestão de redes de conhecimento.** Ed. Senac. São Paulo: 2011.

JUNQUEIRA, Luciano A. Prates. Intersetorialidade, transetorialidade e redes sociais na saúde. **Revista de Administração Pública.** Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 35-45, nov/dez 2000.

JUNG, C. F. 2004. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento:** aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de janeiro: Axcel Books, 2004.

KATZY, B., ZHANG, C., e LÖH, H.; 2005. Virtual Organizations: Systems and Practices, capítulo A Challenge Towards VO in: **Japanese Industry: Industrial Cluster**, páginas 45–58. Em Camarinha-Matos et al. (2005).

KAISLER, S. H.; ARMOUR, F. VALIVULLAH, M.2005. “Enterprise Architecting: Critical problems”, **Proceedings of the38th Hawaii International Conference on System sciences**, 2005.

KOLMOS, A., et al. 2008. Staff development for change to problem based learning..**Journal Eng. Educ.**, .4, 2008, Vol. 24, jul. 2008.

KORHONEN, I.; BARDRAM, J. Guest editorial introduction to the special section on pervasive healthcare. Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions Education. ,v. 8, n. 3, p. 229 - 234, setembro 2004. ISSN 1089-7771.

LABSHARE. Disponível em: <http://www.labshare.edu.au/> Acessado em novembro 2012.

- LANKHORST, M.M. et al., 2005. **Enterprise Architecture at Work – Modelling, Communication, and Analysis**. Springer, 2005.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2000.
- LAUDON, K, C; LAUDON, J, P.2007. **Sistemas de Informação Gerenciais**. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- LINDSAY, E., LONG, P. e IMBRIE, P. 2007. Remote Laboratories - Approaches for the Future .WI 37th **ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**.2007, Oct. 2007.
- LILA. Disponível em: <http://www.lila-project.org> acessado em: 20.12.2012.
- LIMA, J. F. 2006. **Esquema de Classificação de laboratórios: aplicação em Laboratórios dos Cursos de Graduação em Engenharia Elétrica**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- LIMA, J. F.; MARTINS, C. A P.S; TERRA. L. B. Esquema de Classificação de Laboratórios. **International Conference on Information Systems and Technology Management (CONTECSI - 5)**. USP. 2008. 06 a 12 de junho de 2008. São Paulo – Brasil
- LIMA, J. F.; MOLINARO, L. F. R. O Uso das Novas Tecnologias como Suporte as Aulas Presenciais na Modalidade de Ensino para Jovens e Adultos: O Caso dos Laboratórios Virtuais. **RNTI- Revista Negócios e Tecnologia da Informação**, Vol. 3, No 1 (2008). Disponível em: <http://publica.fesppr.br/index.php/rnti/article/view/84>. Acesso em 14 abr. 2010.
- LIMA, J. F., AMARAL, C. M. G., e MOLINARO, L. F. R. 2010. Ontology: An Analysis of the Literature. **Springer Verlag** . Doi: 10.1007/978-3-642-16419-4_44. 2010, Doi: 10.1007/978-3-642-16419-4_44.
- LIMA, J. F.; CARAN, G. M.; MOLINARO, L. F. R.; GARROSSINI, D. F. 2012. Analysis of Accessibility Initiatives Applied to the Web. **Procedia Technology**, 5, 319-326. DOI.
- LOPES, F. D.; BALDI, Mariana. Redes como perspectiva de análise e como estrutura de governança: uma análise das diferentes contribuições. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 43, n. 5, p. 1007-1035, set/out 2009.

- LUNA, A. J. H. et al. -- (2008) Desenvolvimento Distribuído de uma Aplicação de Telessaúde com a Metodologia Ágil SCRUM. **CBIS** 2008.
- LOWE, D., et al. 2009. Evolving Remote Laboratory Architectures to Leverage Emerging Internet Technologies. **IEEE Transactions on Learning Technologies**. 4, 2009, Vol. 2, oct - dec. 2009.
- MA, J.; NICKERSON, J. V. 2006. Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review. . **ACM Computing Surveys**,. 3, 2006, Vol. 38, Sep. 2006.
- MAGALHÃES, I.L.; PINHEIRO, W. B. (2007). **Gerenciamento de Serviços de TI na Prática**. Rio de Janeiro: Novatec.
- MARCON, M.; MOINET, N. **LA Stratégie-Réseau**. Paris: Éditions Zéro Heure, 2000.
- MATEOS, V.; GALLARDO, A; RICHTER, T.; BELLIDO, L.; DEBICKI, P.; VILLAGRÁ, V..(2012) LiLa Booking System: Architecture and Conceptual Model of a Rig Booking System for On-Line Laboratories. **International Journal of Online Engineering (IJOE)**.
- MILAGRES, R. .2009. Redes de empresas, a chave para inovar. **HSM Management**, São Paulo, v.72, jan/fev. 2009.
- MINOLI, D. 2008. **Enterprise Architecture A to Z**. Frameworks, Business process modeling, SOA, and infrastructure technology. CRC Press, Auerbach, Boca Raton, Florida, 2008. 481p.
- MOLINA A, PANETTO H.; CHEN D.; WHITMAN L.; CHAPURLAT, V.; VERNADAT F.B. (2007). Enterprise Integration and Networking: Challenges and Trends. **Studies in Informatics and Control**. 16/4. December, Informatics and Control Publications. ISSN 1220-1766.
- MOLINARO, L. F. R.; RAMOS, K.H. C.. (2011). **Gestão de Tecnologia da Informação**. LTC. 2011.
- MORVILLE, P.; ROSENFELD, L. 2006. **Information Architecture for the World Wide Web** . Sebastopol : CA: O'Reilly, 2006.
- NEDIC, Z., MACHOTKA, J. e NAFALSK, A. 2003. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. **ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**. 33rd, 2003, Vols. CO T3E-8, November.

- NEVILE, L. 2007. **Access for all accessibility: an inclusive approach**. In: OZeW Al. Trobe, 2007.
- NOGUEZ, J., SUCAR, E. e RAMOS, F. 2003. A probabilistic relational student model for virtual laboratories.. Artificial Intelligence in Education Society. Sydney, Australia. 18 a. **11th International Conference on Artificial Intelligence in Education**. 2003.
- NOGUEZ, J. e SUCAR, L. E.. 2006. Intelligent virtual laboratory and projector-oriented learning for teaching mobile robotics,. **Journal Eng. Educ.**, . no. 4, 2006, Vol. 22, Aug. 2006.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H.; 1997. **The Knowledge-Creating Company**: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. New York: Oxford University Press.
- NONAKA, I., TOYAMA, R., e BYOSIERE, P.; 2003. Handbook of Organizational Learning and Knowledge, capítulo A Theory of Organizational Knowledge Creation: Understanding the Dynamic Process of Creating Knowledge, páginas 491–517. Em Dierkes et al. (2003).
- NORMAN, D. A. 1999. **The invisible computer**: why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution. Massachusetts : Cambridge, 1999.
- OASIS. 2006. **Modelo de Referência para Arquitetura Orientada a Serviço 1.0**, disponível em <http://www.pcs.usp.br/~pcs5002/oasis/soa-rm-csbr.pdf>, OASIS, 2006.
- OLIVEIRA, A. L.; REZENDE, D. C.; CARVALHO, C.C. Redes Interorganizacionais Horizontais Vistas como Sistemas Adaptativos Complexos Coevolutivos: o Caso de uma Rede de Supermercados. **RAC**, Curitiba, v. 15, n. 1, art. 4, pp. 67-83, Jan./Fev. 2011.
- OLIVER, C. Determinants of interorganizational relationships: integration and future directions. **Academy of Management Review**, v. 15, n.2, p.241-265, 1990.
- OLIVER, A. L.; EBERS, Mark. Networking Network Studies: An analysis of conceptual configurations in the study of inter-organizational relationships. **Organization Studies**. Vol. 19, n° 4, 1998.
- ORDUÑA, P.; IRURZUN, J.; RODRIGUEZ-GIL, L.; GARCIA-ZUBIA, J.; GAZZOLA, F.; L'ÓPEZ-DE IPÍNA, D. 2011. "Adding new features to new and existing remote experiments through their integration in weblab-deusto," **International Journal of Online Engineering (iJOE)**, vol. 7, no. S2, pp. pp–33, 2011.

ORDUNA, P.; GARCIA-ZUBIA, J.; LÓPEZ-DE-IPINA, D.; BAILEY, P. H.; HARDISON, J. L.; Sharing laboratories across different Remote Laboratory Systems. **IEEE Computer Society**. 2012 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.

PHET ambiente de simulação. Disponível em: http://phet.colorado.edu/pt_BR/ Acessado em 20.01.2012.

PRAHALAD, C. K; RAMASWAMY, Venkat. **O Futuro da Competição: como desenvolver diferenciais inovadores em parcerias com clientes**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2004.

PRIETO-BLÁZQUEZ, J., ARNEDO-MORENO, J. e HERRERA-JOANCOMARTÍ, J. 2008. An Integrated Structure for a Virtual Networking Laboratory. . **IEEE transactions on Industrial Electronics**. 6, 2008, Vol. 55, June, 2008.

PROVAN, K.; G.; MILWARD, H. B.. 2001. Do networks really work? A framework for evaluating public – sector organizational networks. **Public Administration Review**. Vol. 61, n. 4, p. 414-423, july/august 2001.

PROVAN, K. G.; KENIS, P.. 2006. The Control of Public Networks. **International Public Management Journal**. V. 9, n. 3, p. 227-247, 2006.

_____.2007. Modes of network governance: structure, management, and effectiveness. **Journal of Public Administration Research and Theory**. V. 18, p. 229-252, 2007.

QUARTERO-OLIVEIRA, J. e PÉREZ-NAVARRO, A. 2009. Virtual Laboratories and their Implementation. 2009 .**IEEE**. 2009.

RABELO, R. J. E PEREIRA-KLEN, A. A.; 2004. Collaborative Networked Organizations: A Research Agenda for Emerging Business Models, capítulo **A Brazilian Observatory on Global and Collaborative Networked** . Organizations, páginas 103–112. Em: Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2004).

RAMOS, K. H. C.; LIMA, J. F.; DEUS, F. E.; MOLINARO, L. F. R..(2011). Analysis of Social Media in Administration: Epistemological and Practical Considerations. **Handbook of Research on Business Social Networking: Organizational, Managerial, and Technological Dimensions**. DOI: 10.4018/978-1-61350-168-9.ch044

- RICHTER, T.; TETOUR, Y.; BOEHRINGER, D..2011 Library of Labs A European Project on the Dissemination of Remote Experiments and Virtual Laboratories. *IEEE IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2011. Lisboa.
- ROBERTS, T. J. 2004.**The virtual machines laboratory Australasian**. Online publication 2004.
- RONG, G. 2005. A case study of virtual circuit laboratory for undergraduate student courses. **ITHET 6th Annual International Conference**. IEEE July , 2005, Vols. T2B-2.
- SANCRISTOBAL, E; CASTRO, M.; MARTIN, S.; TAWKIF, M.; PESQUERA, A.; GIL, R.; DÍAZ, G.; PEIRE, J.. 2010. Remote Labs as Learning Services in the Educational Arena. 2011 **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)** – "Learning Environments and Ecosystems in Engineering Education". April 4 - 6, 2010, Amman, Jordan. Page 1189.
- SANCRISTOBAL, E. R. CASTRO-GIL,M.A.; BALEY,P.; DELONG, K.; HARDISON, J.; HARWARD, J.. 2010.“Integration View of Web Labs and Learning Management Systems”, **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)** Conference 2010, Madrid.
- SANTOS, C. R. B.; CAMARGOS, A. F. P.; LIMA, J. F..(2010). Uso de Softwares Educativos como Suporte às Aulas Laboratoriais de Cursos Tecnológicos: uma revisão. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)** 2010.
- SCHMIDT, S. G.; PEREIRA, T. C. N.. 2007. Mapeamento do CPqD/Provisioning utilizando o framework de processos de negócios enhanced Telecom Operations Map (eTOM). **Cad. CPqD Tecnologia, Campinas**, v. 3. N. 2, p. 33-50, julho/dez. 2007.
- SHIH, Timothy K. Lin, Nigel H. Chang, Wen-Chih . Wang, Te-Hua . Lin, Hsiau Wen. Chang, Hsuan-Pu.Huang, Kuan-Hao. Sie, Yun-Long .Tzou ,Mon-Ting . Yang, Jin-Tan. . The Hard SCORM LMS: Reading SCORM Courseware on Hardcopy Textbooks. Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05). **IEEE Computer society**.
- SILVA, R. F..2007.**Uma Abordagem para o Mapeamento de Processos ITIL Similares aos do Modelo e-TOM**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SYBASE. Proof of Concept/Prototyping. 2012. Disponível em: <http://www.sybase.com/support/consulting/products/poc>. Acessado 21 de maio de setembro de 2012.

SOUZA, M. I. F.; VENDRUSCULO, L. G.; MELO, G. C. 2000. Metadados para a descrição de recursos de informação eletrônica: utilização do padrão Dublin Core. **Ciência da Informação**, Brasília, v.29, n.1, p.93-102, jan./abr. 2000. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cionline/290100/29010010.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2010.

SOUZA, R. R. 2005. **Uma proposta de metodologia para escolha automática de descritores utilizando sintagmas nominais**. *Tese Doutorado*. Belo Horizonte : UFMG, 2005.

—. 2006. Sistemas de Recuperação de Informação e Mecanismos de Busca na web: panorama atual e tendências. **Perspectivas Cienc. Inf.** maio/agosto, 2006, Vol. 11.

STABEL, C. B.; FJELDSTAD, O. D. Configuring value for competitive advantage: on chains, shops and networks. *Strategic Management journal*, v. 19, p. 413-437, 1998. Disponível em: http://www.valuenetworks.com/Articles/configuring_value.pdf. Acesso: 20 dez. 2011.

STONICK' V. C. 1993. Teaching signals and systems using the virtual laboratory environment in ECE at CMU. 1993, **IEEE**.

TANENBAUM, A. S. (2003) **Redes de Computadores**. 4 ed. Rio de Janeiro – Elsevier,. Traduzido por Vandenberg D. de Souza

TAPSCOTT, D. ; TICOLL, D; LOWY, A. **Capital Digital : dominando o poder das redes de negócios**. São Paulo: MAKRON Books, 2001.

TAPSCOTT, D.; WILLIAMS, A.. (2006). **Wikinomics Como uma Colaboração in Massa Pode Mudar o Seu Negócio**. Rio de Janeiro, RJ: Nova Fronteira

TAROUCO, L.; FABRE, M.; TAMUSIUNAS, F.. 2003. Reusabilidade de Objetos Educacionais. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**, V1 N1, CINTED/UFRGS, Porto Alegre, 2003.

TEIXEIRA, D. R.. 2009. Rede de Valor para Inteligência Empresarial. **Revista da ESPM**, vol. 16, Edição nº 1, pg. 80-90, janeiro/fevereiro 2009.

TMFORUM- TELEMAGEMENT FORUM. 2007. **e-TOM - enhanced Telecom Operations Map**. The Business Process Framework. Disponível em: <http://www.tmforum.org>. Acessado em: 10.11.2012.

- TUDE, E.; MARTINS, V. A. 2003. **Mapa de Processos de uma Operadora de Telecomunicações (e-TOM)**. Disponível em: www.teleco.org acessado em: 20/07/2012.
- VEEN, W., STAALDUINEN, J.-P. V. e HENNIS, T. A. 2010. Informal self regulated learning in corporate organizations. **Fostering Self-regulated learning through ICTs**. Genova : G. Dettori & D. Persico, 2010.
- VERNADAT, F.B. (2002). Enterprise Modeling and Integration (EMI): Current Status and Research Perspectives. **Annual Reviews in Control**. 26, 15-25.
- VIEIRA, F. J. T. 2010. **Gestão do conhecimento: uma estratégia empresarial - conhecer é preciso**. <https://www.gestaolivrogco.serpro.gov.br/front-page>. [Online] 2010. [Citado em: 21 de agosto de 2011].
- VERSCOORE, J. R., BALESTRIN, A. Fatores Relevantes para o Estabelecimento de Redes de Cooperação entre Empresas do Rio Grande do Sul. **RAC**, Curitiba, v. 12, n. 4, p. 1043-1069, Out./Dez. 2008.
- VOETS, J.; DOOREN, W. V.; RYNCK, Filip de. A Framework for assessing the performance of policy networks. **Public Management Review**. Vol. 10, p. 773-790, 2008.
- VUONO, E.(2007), “Service Delivery Platform”. Disponível em: http://www.teleco.com.br/hp/hp_artigos006.asp, Acessado em: 25/11/2012.
- WEBLAB-DEUSTO. Disponível em: <https://www.weblab.deusto.es/web/awards.html> / setembro, 2010).
- WADLOW, T.(2000). **Segurança de Redes – Projeto e Gerenciamento de Redes Seguras**. São Paulo: Campus.
- W3C: WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **Essencial components of Web accessibility**, Madison, 2007. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>>. Acesso em: 02 fev. 2011.
- YEUNG, H.; LOWE, D.; Murray, S.. 2010. “Interoperability of remote laboratories systems,” **International Journal of Online Engineering (iJOE)**, vol. 6, no. 5, pp. pp-71, 2010.
- ZALLA, S. **Relatório Redes Colaborativas de Valor (RCV’s)**, Edge Group, 2003
- ZAHEER, A.; GÖZÜBÜYÜK, R.; MILANOV, H. 2010. It’s the Connections: The Network Perspective in Interorganizational Research. **Academy of Management Perspectives**. 24 (1): 62-77.

ZHOU, Y.; XING , C.; CHEN, M., (2009) Design and Implement Computer Networking Virtual Laboratory. 2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science. **IEEE Computer Society**. DOI 10.1109/ETCS.2009.263

ZUTIN, D. G., et al. 2010. Lab2go - A Repository to Locate Educational Online Laboratories. **IEEE EDUCON Education Engineering**. 2010.

ANEXO 1: Classificação das camadas do Brlab

As camadas do Brlab devidamente classificadas de acordo com a ARCL.

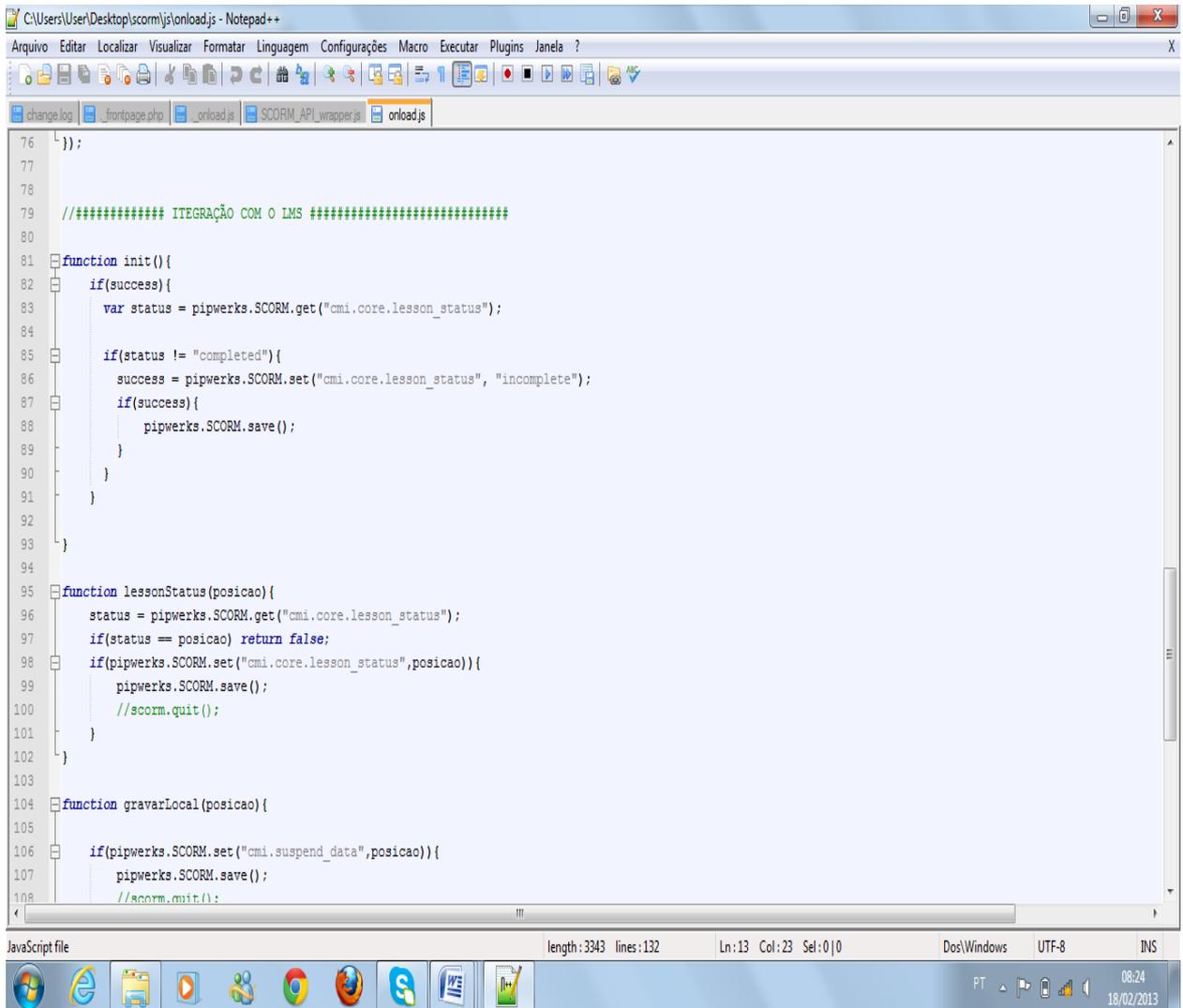
CAMADA DE RELACIONAMENTO		Suporte e Dispo. Operações	Atendimento	Faturamento	Gerência de Relacionamento com Usuário e/ou Fornecedores/Par	Nível 1	Nível 2	Nível 3							
Retenção e Fidelidade	Gerência de Interface														
									Gerência de Contratos e Acordos						
	Atendimento														
							Marketing								
													Suporte e Dispo. ao Usuário e/ ou Fornecedor		
	Gerenciar Riscos														
							Gerenciar Contatos								
													Regular as Normas e Procedimentos de		
	Gerenciar														
							Gerenciar Cadastro de Usuário								
													Serviço de cadastro		
Serviço de autenticação															

Foram referenciados no desenvolvimento do Brlab.

CAMADA DE PROVISIONAMENTO					
Faturamento	Garantia Qualidade	Atendimento	Suporte e Disponibilização		
Nível 1					
Gerência de Operações e Serviços					
Contabilização e Fat. Serviço	Gerência Probl. e Quali. Serviços	Configuração e Ativação de Serviços	Gerenciar Cadastro de Serviços		
				Nível 2	Suporte e Dispo. de Serviços
			Cadastro de experimento		
			Cadastro de atividades		
			Serviço de agendamento		
			Serviço de análises e comentários		
			Serviço de busca e recuperação		

ANEXO 2: Fragmento de código

Fragmento de código de integração;



```
76  });
77
78
79  //##### INTEGRAÇÃO COM O LMS #####
80
81  function init(){
82      if(success){
83          var status = pipwerks.SCORM.get("cmi.core.lesson_status");
84
85          if(status != "completed"){
86              success = pipwerks.SCORM.set("cmi.core.lesson_status", "incomplete");
87              if(success){
88                  pipwerks.SCORM.save();
89              }
90          }
91      }
92  }
93
94
95  function lessonStatus(posicao){
96      status = pipwerks.SCORM.get("cmi.core.lesson_status");
97      if(status == posicao) return false;
98      if(pipwerks.SCORM.set("cmi.core.lesson_status",posicao)){
99          pipwerks.SCORM.save();
100         //scorm.quit();
101     }
102 }
103
104 function gravarLocal(posicao){
105
106     if(pipwerks.SCORM.set("cmi.suspend_data",posicao)){
107         pipwerks.SCORM.save();
108         //scorm.quit();

```

JavaScript file length: 3343 lines: 132 Ln: 13 Col: 23 Sel: 0|0 Dos: Windows UTF-8 INS 08:24 18/02/2013