

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DE SANTA MARIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES**

**AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS ACERCA DA CAPACIDADE DE LINK
DE UMA REDE BASEADA EM DINÂMICA DE SISTEMAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Laziê Laerte da Silva

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS ACERCA DA CAPACIDADE DE LINK DE UMA REDE BASEADA EM DINÂMICA DE SISTEMAS

Laziê Laerte da Silva

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia
em Redes de Computadores da Universidade Federal de Santa Maria como
requisito parcial para obtenção do grau de **Tecnólogo em Redes de Computadores**.

Orientador: Prof. Dr. Eugênio de Oliveira Simonetto

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

RESUMO

Defesa de trabalho de conclusão de curso
Curso de Tecnologia em Redes de Computadores
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS ACERCA DA CAPACIDADE DE LINK DE UMA REDE BASEADA EM DINÂMICA DE SISTEMAS

AUTOR: Laziê Laerte da Silva

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eugênio de Oliveira Simonetto

Local e data da defesa: Santa Maria, 22 de julho de 2013.

O objetivo principal deste trabalho é aplicar e validar um modelo matemático computacional, para estimar, avaliar e analisar a capacidade de *link* da rede do Centro de Artes e Letras da Universidade Federal de Santa Maria (CAL/UFSM). Para tal utilizou-se a metodologia Dinâmica de Sistemas a partir da execução e modelagem em um software de simulação Vensim (*Ventana Systems*). A aplicação dos modelos foi realizada através de demonstrações do cenário atual e futuro (*update*) acerca da disponibilidade do *link* da UFSM e, levando em conta a taxa de crescimento dos usuários a fim de documentar esses dados para posterior análise e considerações pelos gestores do CAL. Os resultados mostraram que a rede do CAL consome cerca de menos de 1% (0,68%) da capacidade disponibilizada pela instituição, e que para o bom e melhor funcionamento da rede são necessárias adequações e atualizações do modelo existentes, *switches* gerenciáveis, cabeamento estruturado e manutenção do sistema. Constatou-se, ainda, que durante os 10 dias observados ocorreu um consumo aproximado de 2,38 Mbits/s por dia na rede.

Palavras-chaves: Validação, capacidade, simulação.

ABSTRACT

Defense monograph
Technology course in Computer Networks
Federal University of Santa Maria

EVALUATION OF SCENARIOS ON THE CAPACITY OF A LINK NETWORK BASED SYSTEM DYNAMICS

AUTHOR: Laziê Laerte da Silva
ADVISER: Prof. Dr. Eugênio de Oliveira Simonetto
Place and Date of Defense: Santa Maria, July 22, 2013.

The main purpose of this paper is to apply and validate a computing mathematical model to estimate, evaluate and analyze the network link capacity of the Center of Arts and Letters from the Federal University of Santa Maria (CAL / UFSM). For this we used the System Dynamics methodology from the modeling and execution software simulator Vensim (Ventana Systems 2011). The application of the models was performed through projections of current scenario (stable) and future (update) about the availability of the UFSM link and, taking into account the growth rate of the users in order to document this data for further analysis and consideration by the CAL administrators. The results showed that the network of CAL consumes about less than 1% (0.68%) of the capacity provided by the institution, and that for the proper functioning of the network adjustments and updates of existing models are required, managed switches, structured cabling and system maintenance. It was also found that during the 10 days observation there was consumption of approximately 2.38 Mbits per day on the network.

Keywords: Validation, capacity simulation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivo específico	8
3 METODOLOGIA	8
4 REVISÃO DA LITERATURA	9
4.1 Planejamento de capacidade	11
4.2 Modelo de carga de trabalho	13
4.3 Validações de carga de trabalho	13
4.4 Simuladores	14
4.5 Dinâmica de sistemas	15
4.6 Componentes	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de computação estão se tornando cada vez mais distribuídos e integrados ao cotidiano das pessoas. Os serviços de rede conectam departamentos dentro de organizações, e a demanda por serviços Web é imprevisível e apresenta crescimento muito rápido (MENASCÉ e ALMEIDA, 2003).

Para Stallings (2005), no início as redes de computadores eram usadas apenas para compartilhamento de impressoras, modems, e outros dispositivos periféricos, só existindo em ambientes acadêmicos, governamentais e em empresas de grande porte. Como as redes não eram muito amplas, não havia preocupação com o quesito capacidade de *link*.

O tráfego de mídia de fluxo contínuo (*streaming mídia*) e a demanda gerada por dispositivos portáteis e programação embarcada, seguem em uma escala crescente (GUALDI, 2006). Para Tanembaun (2003), essa é a realidade de se viver totalmente *on-line*. No entanto isso faz com que ocorram cada vez mais, problemas no projeto, na criação e operação desses serviços. Planejadores e projetistas encaram desafios para atender o que a sociedade e os usuários esperam dos sistemas de tecnologia da informação: disponibilidade, segurança e confiabilidade.

Os serviços de rede contam com sistemas em grandes escalas, que consistem em milhares de computadores, componentes de software e usuários. Nesse ponto surge uma questão: como as organizações podem enfrentar a complexidade cada vez maior das aplicações baseada em sistemas de média e/ou grande escala? É evidente que os métodos quantitativos são necessários para entender, analisar, projetar e operar tais sistemas nessas escalas. Os modelos quantitativos, que ajudam projetistas e gerentes, avaliam diferentes cenários de uso, explorando o projeto e o espaço operacional dos sistemas em grande escala (STALLINGS; KUROSE e ROSS, 2005).

Ainda segundo os mesmos, as tendências apontam para demandas cada vez maiores dos serviços de rede. Assim, os problemas de capacidade continuarão a existir no futuro e provavelmente se tornarão mais predominantes à medida que novos serviços *Web* forem planejados e distribuídos, e mais usuários tiverem acesso à internet e intranet.

Capacidade de *link* é considerada como sendo a taxa máxima que um sistema de computação pode disponibilizar para que os clientes possam realizar um trabalho (SOUZA, 2009). Por exemplo, no momento que conectamos um computador em casa através de um sinal *wireless* via modem a velocidade de 54Mbps, se este conseguir manter-se conectado a esta taxa de velocidade estará absorvendo a sua capacidade máxima do *link* disponibilizado.

As técnicas de planejamento de capacidade é um tópico que vem atraindo a atenção de diversos especialistas da área, pois elas são extremamente necessárias a fim de evitar armadilhas da capacidade inadequada utilizada e, para atender as expectativas dos usuários de um modo econômico (MENASCÉ, ALMEIDA 2003).

Diante do exposto, este trabalho pretende demonstrar as bases necessárias para executar o planejamento da capacidade de *link*, aplicando um modelo de simulação computacional, permitindo aos gestores da área de TI, avaliar e analisar cenários acerca de estudos quantitativos do comportamento dentro de um projeto de rede. Como modelo computacional desse estudo foi adotada uma técnica que possibilite a estimativa da capacidade de *link* da rede com base em Dinâmica de Sistemas, através do uso de um simulador computacional. Este trabalho foi realizado no Centro de Artes e Letras (prédio 40) da UFSM.

O simulador utilizado para o desenvolvimento deste trabalho foi escolhido devido a sua facilidade de utilização e a linguagem com fins didáticos. Cabe salientar que o mesmo não foi utilizado, até o momento, para avaliar o comportamento de redes de computadores em instituições universitárias, havendo sim trabalhos de diversos autores em outras áreas (SIMONETTO e LÖBLER, 2012; MAIA e SWICKER, 2005; VILELA, 2005; REINALDE e ETEAL, 2004).

O trabalho está organizado da seguinte forma: Na seção 2 é apresentado o objetivo geral e os específicos. Na seção 3 a metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do estudo. Na seção 4 é apresentada a revisão bibliográfica. Na seção 5 é apresentada a validação, os cenários de simulação, o experimento utilizando o modelo, bem como a discussão de resultados. Na 7ª seção são feitas as conclusões finais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar um método sistemático para avaliar cenários acerca do consumo de *link* da rede do Centro de Artes e Letras (CAL) da UFSM, baseado na modelagem de Dinâmica de Sistemas (DS).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar o modelo matemático computacional através do *software* (VENSIM) para avaliar o comportamento da rede do CAL;
2. Analisar o comportamento da rede operando em condições ambientais e dentro de sua regularidade;
3. Analisar a capacidade da rede quando o fluxo de trabalho aumentar, um possível aumento de 50% no número de usuários.

3 METODOLOGIA

Para se prever a quantidade de tráfego consumida pela rede do CAL foi necessário a obtenção do relatório de dados do consumo atual do mesmo pelo Centro de Processamento de Dados da UFSM (CPD/UFSM), bem como o comportamento da rede nas condições ambientais extremas e dentro da regularidade.

Os dados coletados foram analisados através da utilização do simulador VENSIM 6.0 (software proprietário da fabricante Ventana Systems), disponibilizado de maneira gratuita pelo período de 60 dias.

A partir do simulador, gerou-se gráficos demonstrando o comportamento da rede do CAL atual e para a análise de previsões futuras. Os recursos necessários para o desenvolvimento do trabalho foram fornecidos por profissionais do setor de Tecnologia da Informação do CAL.

4 REVISÃO DA LITERATURA

Aplicações baseadas em computadores, interligados por redes complexas e interdependentes, tornou-se a espinha dorsal de modernas comunicações comerciais, sociais e culturais. Exigências crescentes são colocadas sobre (TI) Tecnologia da Informação (KUROSE e ROSS, 2005).

A dependência de sistemas de computador em todos os aspectos da atividade humana tem vindo a crescer significativamente durante os últimos anos. Para Kurose e Ross (2005) a tecnologia da informação vem adaptando-se continuamente às crescentes necessidades das pessoas e das corporações pela troca cada vez mais substancial e segura dos dados, visando agilidade e economia. Tal demanda impulsiona os pesquisadores sempre adiante na busca de novos métodos mais eficientes de transmissão que possam suprir com folga o volume de informações e com qualidade.

A construção de sistemas de informação de confiança é a principal preocupação para praticamente todas as organizações. A fim de satisfazer uma das exigências de segurança de redes, o planejamento deverá prever uma capacidade adequada para acomodar as demandas de tráfego das aplicações que irá servir. Isto irá requerer análise cuidadosa dos tipos de aplicações que utilizam a rede de tráfego e uso de padrões e possibilidades de expansões futuras (STALLINGS, 2005).

O campo de estimação de banda de rede surgiu para dar respostas a estas questões cada vez mais importantes. O seu principal objetivo é prever a quantidade do tráfego que vai atravessar a rede, a fim de projetar a sua capacidade em conformidade. Várias abordagens foram propostas e muitas ferramentas estão sendo desenvolvidas para auxiliar neste processo (SOUZA, 2009).

As tecnologias de rede sem fio, cabeadas, enlaces de satélites, a constante busca por novos meios de conexão versus convergência maior de dados, voz e vídeo vêm trazendo sempre novas tecnologias ou a renovação destas já conhecidas, algumas até consideradas mortas, evoluindo cada vez mais a necessidade pelo aumento da

largura de banda, para suprir a demanda desenfreada e a complexidade dependência do mundo moderno (SOUZA, 2009; TANENBAUN, 2003).

De acordo com Kurose e Ross (2005, p. 1), “*De Browsers Web de telefones celulares a cafés que oferecem acesso sem fio à Internet, de redes domésticas com acesso de Banda Larga a infraestruturas tradicionais de TI em ambientes de trabalho com PCs interligados em rede, carros em rede, redes de sensores ambientais, Internet interplanetária – quando achamos que as redes de computadores já estão praticamente presentes em toda a parte, novas aplicações começam a ser desenvolvidas para ampliar ainda mais o alcance das redes existentes hoje!*”.

Esta afirmação reforça a importância da constante e dinâmica evolução desta área, apresentando os princípios e o entendimento prático e de como as tecnologias estão sendo utilizadas não apenas no hoje, mas também no futuro.

Não há como negar a forte tendência de depender cada vez mais da limitada capacidade de banda larga existente hoje no mercado. Empresas e usuários buscam cada vez mais absorverem a tudo que lhes é oferecido. Fibras ópticas, redes sem fio, cabeadas e tudo mais que os equipamentos tecnológicos podem oferecer, aliados a quantidade de informações da atual geração. Afinal será que necessita disso tudo? Existe alguma equação que solucione essa demanda? (KUROSE e ROSS, 2005).

Para Tannenbaum (2003, p. 89) “Estamos assistindo ao surgimento de pessoas totalmente viciadas em informações: pessoas que precisam estar permanentemente on-line”. Para esses usuários conectados quanto maior a capacidade de *link*, independente de ser par trançado, cabo coaxial, *wireless*. É necessário compartilhar e transferir dados para seus computadores *laptop*, *notebook*, *palmtop* de bolso etc.

4.1 PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE

Segundo Menascé e Almeida (2003), “o planejamento da capacidade é o processo de prever quando os níveis futuros de carga saturarão o sistema e determinar o modo mais econômico de adiar a saturação do sistema ao máximo possível. A

previsão precisa considerar a evolução da carga de trabalho, devido às aplicações existentes e novas, e os níveis *de serviço desejado*”.

Muitas organizações, como empresas, universidades etc. sofrem a falta de um procedimento de planejamento da capacidade pró-ativo e contínuo. Que geralmente pode levar a problemas inesperados de indisponibilidade e desempenho, causados por roteadores e *switches* de baixa qualidade. Acrescentam-se ainda segmentos de LAN, servidores, cabos mal instalados, placas de redes, PC's com baixo poder de processamento, softwares não homologados e inclusive usuários inexperientes culpando tudo e a todos pela rede estar lenta, não levando em conta os demais componentes sobrecarregados e defasados em atividade dentro da rede. E ainda o conceito do que seja capacidade adequada geralmente não é bem entendida pela maioria dos gestores (SOUZA, 2009; TANEMBAUM, 2003; MENASCÉ e ALMEIDA, 2003).

Os tempos de paralização obviamente podem ser financeiramente devastadores em se tratando de super organizações. Geralmente o custo médio do tempo de paralização por hora pode variar de milhares de reais, dependendo do tipo de negócio. O custo do tempo de paralização médio por hora nas transações de cartões de crédito podem com certeza gerar prejuízos significativos (KUROSE e ROSS, 2005).

Deve-se observar que QoS (qualidade de serviço), de um serviço de rede seja ora intranet ou internet possui uma forte relação com o custo da infraestrutura necessária para oferecer o serviço. Esse é um conceito importante que está no centro do planejamento da capacidade. Essa informação é verdadeira quando é necessário garantir níveis adequados de serviço disponibilizado (MENG SONG, MATHIEU 2007).

À medida que o número de usuários de um sistema de computação aumenta mais recursos (por exemplo, servidores, canais de comunicação, aumento de banda) precisam ser usados para garantir qualidade de serviço. Portanto, o custo para se oferecer serviços através da rede aumenta com o número de usuários quando a QoS tem de ser mantida (YENJOON, 2006).

Para Menascé e Almeida (2003), deve-se ter em mente que o planejamento da capacidade é importante: para evitar perdas financeiras, para garantir a satisfação do

cliente/usuário, para preservar a imagem externa da instituição, porque os problemas de capacidade não podem ser resolvidos instantaneamente.

Na Figura 1, a seguir, apresenta-se um modelo de capacidade adequada de um sistema baseado na *Web*, proposto por Menascé e Almeida (p. 137, 2003).

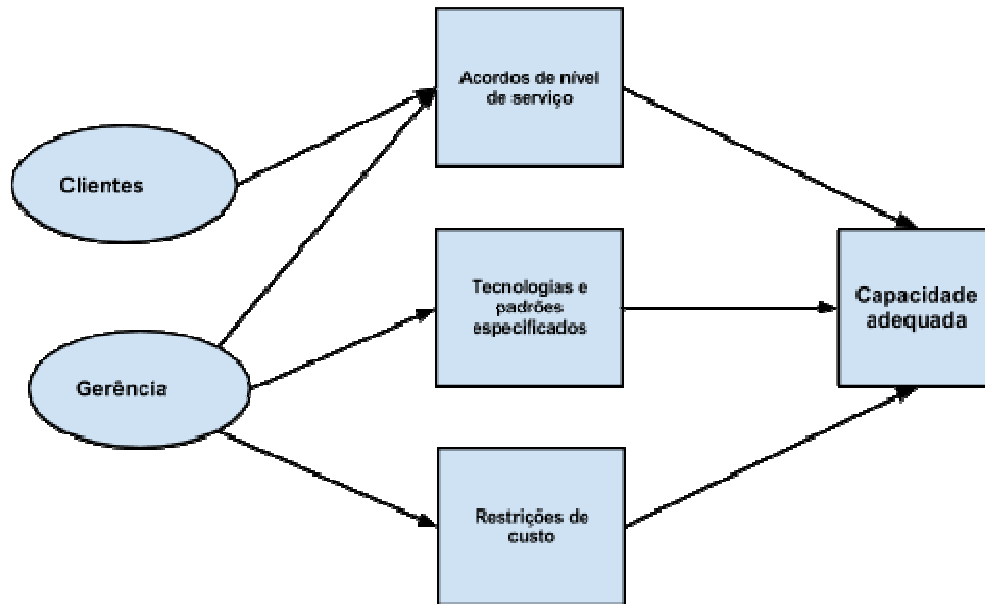


Figura 1 Modelo de capacidade adequada

Ainda, esses autores estabelecem que o uso das técnicas de planejamento de capacidade não devem ser restritos a situações em que grandes mudanças são antecipadas na intensidade da carga de trabalho ou ainda quando novas aplicações serão implantadas. Pode se ganhar muito tornando o planejamento da capacidade um processo rotineiro, executado de forma contínua. Contudo, como acontece com qualquer análise de planejamento da capacidade, é importante prever com antecedência quais serão os benefícios de cada alternativa antes que algo seja implementado. A previsão requer o uso de simulação ou modelos analíticos, como será visto mais adiante.

Para Stallings (2005) e Tanenbaum (2003) o planejamento da capacidade também é importante para se prever o desempenho de uma nova aplicação em

desenvolvimento ou para prever o comportamento de aplicações que são migradas para outros ambientes, cliente/servidor (C/S).

4.2 MODELOS DE CARGA DE TRABALHO

Geralmente, previsão de carga de trabalho é o processo de se prever como as cargas de trabalho do sistema variarão no futuro. Este processo permite verificar o número de mensagens que variam no servidor em um período de tempo ou ainda a variação do número de requisições de um portal. Para isso, há a necessidade de avaliar as tendências de carga de trabalho, análise dos planos comerciais ou estratégicos da organização e o mapeamento desses planos para mudanças nos processos (MENASCÉ e ALMEIDA, 2003).

4.3 VALIDAÇÕES DE CARGA DE TRABALHO

Ainda segundo Menascé e Almeida (2003), ao se construir qualquer modelo, são feitas abstrações da realidade que está sendo modelada, visando simplicidade, facilidade da coleta e uso de dados e eficácia de cálculo do processo de modelagem. As abstrações comprometem a precisão do modelo, de modo que este precisa ser validado dentro de uma margem de erro aceitável. Esse processo é chamado de validação do modelo. Se um modelo for considerado inválido, ele terá de ser calibrado para que se torne válido. Isso é denominado calibragem do modelo.

A validação dos modelos de carga de trabalho requer a execução de uma carga de trabalho sintética, composta de resultados do modelo de carga de trabalho, e a comparação das medidas de desempenho obtidas com aquelas coletadas com a execução da carga de trabalho real. Caso contrário, o modelo precisa ser refinado para representar com mais precisão a carga de trabalho real (MENASCÉ e ALMEIDA, 2003).

4.4 SIMULADORES

O uso de simuladores permite modelar os processos de um sistema através da técnica da utilização de ideias e conceitos em um formato de aprendizagem que trabalha problemas complexos reais para uma linguagem de modelagem computacional usando softwares e abordagens matemáticas (MAANI e CAVANA, 2000).

Por meio de softwares de simulação computacional tem-se o auxílio à aprendizagem que pode ser utilizada pela organização no treinamento de pessoas. Portanto, constituem recursos de laboratórios de aprendizagem onde são empregados com o objetivo de permitir que técnicos, especialistas e pesquisadores experimentem e vejam as conseqüências de suas ações e decisões. O objetivo destes laboratórios de aprendizagem é servir como um ambiente para a prática da atividade de experimentação de um sistema real, comparando hipóteses lógicas, aproximações cabíveis (FERNANDES, 2003).

Portanto, esse método de manipulação customiza os processos e representa ganhos significativos porque trabalha com a diminuição de custos em diversas áreas do cotidiano. Esta metodologia é utilizada para representar modelos de possibilidades baseado em *DS* (Dinâmica de Sistemas) na área de redes de computadores. Além disso, promove a criatividade, permitindo fazer experiências em caráter experimental para posterior utilização em casos reais. Autores com trabalhos relacionados com uso de simuladores (TAWILEH e McINTOSH, 2008; NAGAJARAN e AWIZIO, 2008).

4.5 DINÂMICA DE SISTEMAS

O termo Dinâmica de Sistemas vem do inglês *System Dynamics* foi desenvolvido na década de 50 pelo engenheiro eletricista Jay Forrester na escola de administração *Sloan School of Management* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).

Segundo Bastos (2003), Forrester trabalhou durante a II Guerra no Laboratório de mecânica, para o exército americano, desenvolveu controladores automáticos para diversos armamentos, mais tarde aplicou esses estudos e conceitos desenvolvidos e publicou o livro "*Industrial Dynamics*" (Dinâmica Industrial), que serviu como base para a criação da disciplina **Dinâmica de Sistemas**.

A utilização de Dinâmica de Sistemas tem se demonstrado uma importante ferramenta para análise da interdependência das variáveis de um fenômeno, é amplamente utilizado nas áreas de economia e administração. Nesse estudo o seu comportamento e desempenho atua com sistemas de inúmeras variáveis da qual estão frequentemente interagindo através de mudanças ocorridas, desde o projeto inicial, a fim de melhorar os fatores de interesse. Essa metodologia vem demonstrando a sua importância no processo decisório das grandes organizações (FERNANDES, 2003; BASTOS, 2003).

4.6 COMPONENTES

Na DS, cada modelo basicamente emprega quatro componentes: conector, auxiliar, fluxo e estoque. Sendo a variável estoque responsável pelo armazenamento das informações, ou algo que se queira dar um efeito acumulativo para posterior utilização. Fornecem assim, uma visão de estado do sistema em um instante de tempo qualquer (DEATON e WINIBRAKE, 2000).

A variável fluxo é a que permite a função de agir, causando alterações no estoque, para cima ou para baixo o seu volume. A variável auxiliar formula a estrutura dos dados, definindo as equações dos fluxos através de operações matemática, os fluxos, estoques e outros auxiliares. Servem para modelar as informações (COVER, 1996). O conector serve para representar as ligações entre todos os componentes do sistema. A Figura 2, a seguir traz a demonstração de cada componente citado.

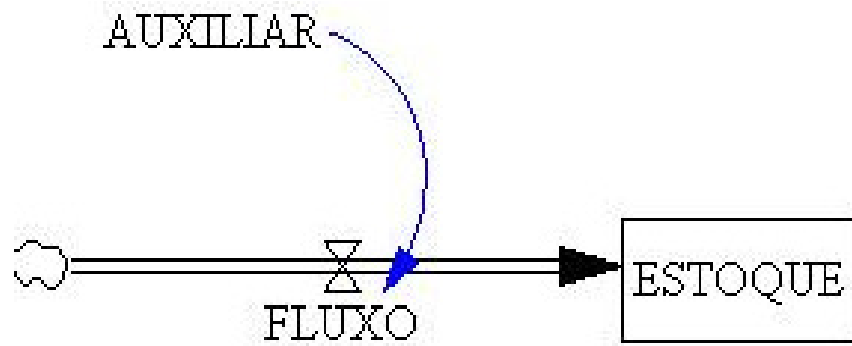


Figura 2. Modelo de componentes de DS.

Fonte: Simonetto e Löbler, 2012

No emprego da modelagem desses quatro componentes pode ser criado uma simulação qualquer da qual, um estoque pode ser seguido por um auxiliar ou um fluxo, um auxiliar pode ser seguido por outro auxiliar ou por um fluxo, um fluxo deve ser seguido por um estoque, um estoque não pode ser diretamente afetado por outro estoque (FLOOD e JACKSON, 1991).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das considerações propostas pelos autores citados anteriormente torna-se mais claro o entendimento de como deve funcionar qualquer rede disposta em vários ambientes, como em uma universidade, e quão complexo é mensurar custos quantitativos no cenário já existente com novos implementos, adequações, correções e atualizações.

O tráfego de uma rede deve suportar as demandas de cada usuário e suprir a carga de dados. Dentro dessas premissas, o estudo do planejamento deve contemplar o uso de políticas e mudanças de estrutura que sejam viáveis para produzir uma melhora substancial no comportamento e viabilidade da rede. Além disso, a solução de um problema de desempenho pode não ser imediata, mesmo quando se tem recursos financeiros para comprar o hardware e/ou software necessário para solucionar um problema de capacidade, por isso a necessidade de um planejamento antecipado. Pode ser preciso algum tempo até que se chegue a uma decisão quanto à melhor técnica para solucionar o problema, obter preços dos fornecedores, passar pelo ciclo de aquisição, esperar a entrega do componente, instalar e testar os novos componentes. Em se tratando de uma autarquia federal, ela está submetida às leis brasileiras, como a lei que rege as licitações (Lei 8.666/1993).

O modelo desenvolvido visa auxiliar o processo decisório pelos responsáveis do setor de informática do CAL/UFSM. Estabelece como os recursos da rede estão sendo aplicados para um melhor aproveitamento destes, à medida que cresce a quantidade de usuários da rede, permitindo que se avalie de maneira antecipada os impactos causados neste ambiente. Para tal, foi desenvolvido um modelo de simulação conforme figura abaixo:

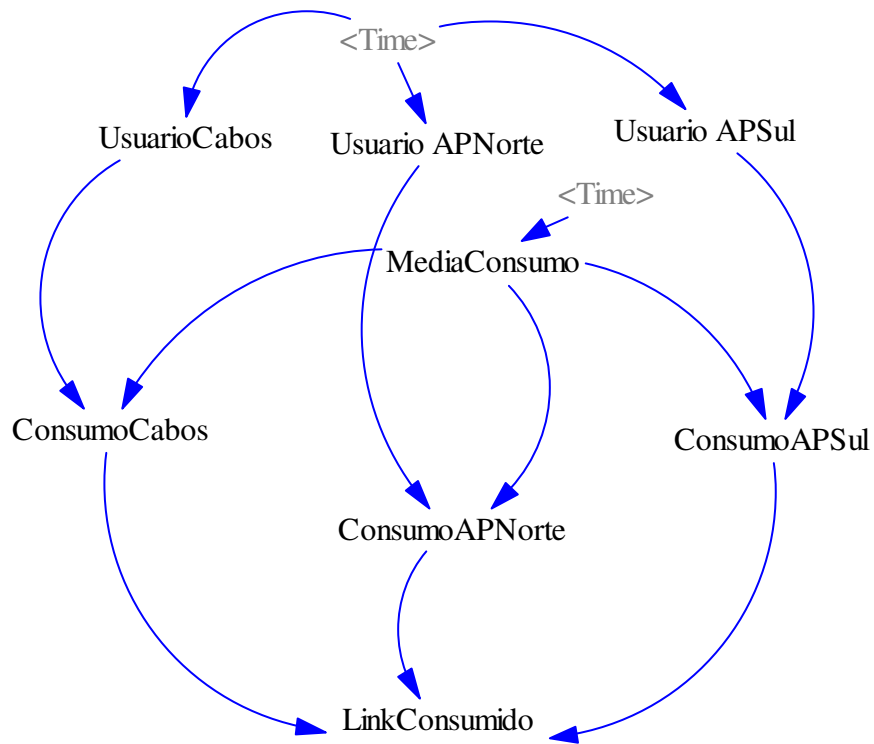


Figura 3. Modelo de simulação desenvolvido

Fonte: elaborado pelo autor

O modelo foi desenvolvido com intuito de fornecer a representação das variáveis que influenciam, através da DS, no consumo do *link* da UFSM sendo utilizadas nos estudos exploratórios e na aplicabilidade dessa solução e são definidas a seguir:

Tabela1 – Identificação das variáveis

UsuáriosCabos: é a quantidade de usuários que estão na rede cabeadas, da qual causará um efeito direto no fluxo de entrada alterando *link*;

UsuáriosAPNorte: é a quantidade de usuários que estão conectam-se ao *access point* do lado norte do prédio, da qual causará um efeito direto no fluxo de entrada alterando o *LinkConsumido* e as demais variáveis a ela conectadas;

UsuáriosAPSul: é a quantidade de usuários que conectam-se ao *access point* do lado sul do prédio, da qual causará um efeito direto no fluxo de entrada afetando também a variável *LinkConsumido* e as demais variáveis a ela conectadas;

MediaConsumo: é o valor consumido por cada usuário (PC) conectado na rede;

ConsumoCabos: indica o que foi consumido do *link* usando o cálculo da média de consumo * total de usuários na rede cabeada;

ConsumoAPNorte: indica o que foi consumido do link usando o cálculo da média de consumo * nº de usuários conectados no *access point* norte;

ConsumoAPSul: indica o que foi consumido do *link* usando o cálculo da média de consumo * nº de usuários conectados no *access point* sul;

LinkConsumido: variável que demonstra valor do que foi consumido pela rede;

A seguir, na Figura 4 são exibidas as equações geradas através do simulador Vensim de acordo com as variáveis do modelo apresentado.

```
(01) ConsumoAPNorte=
      MediaConsumo*Usuario APNorte
      Units: **undefined**

(02) ConsumoAPSu1=
      MediaConsumo*Usuario APSu1
      Units: **undefined**

(03) ConsumoCable=
      MediaConsumo*Usuariocable
      Units: **undefined**

(04) FINAL TIME = 86400
      Units: Second
      The final time for the simulation.

(05) INITIAL TIME = 0
      Units: Second
      The initial time for the simulation.

(06) LinkConsumido=
      ConsumoAPNorte+ConsumoAPSu1+ConsumoCable
      Units: **undefined**

(07) MediaConsumo=
      30
      Units: **undefined**

(08) SAVEPER =
      TIME STEP
      Units: Second [0,?]
      The frequency with which output is stored.

(09) TIME STEP = 1
      Units: Second [0,?]
      The time step for the simulation.

(10) Usuario APNorte = WITH LOOKUP (
      Time,
      [(0,0)-(86400,40)],(0,0),(14400,0),(28800,5),(43200,20),(57600,15),(72000
      ,0),(86400,0) ))
      Units: **undefined**

(11) Usuario APSu1 = WITH LOOKUP (
      Time,
      [(0,0)-(86400,40)],(0,0),(14400,0),(28800,4),(43200,35),(57600,25),(72000
      ,15),(86400,0) ))
      Units: **undefined**

(12) UsuarioCable = WITH LOOKUP (
      Time,
      [(0,0)-(86400,60)],(0,0),(14400,0),(28800,30),(43200,50),(57600,35),(72000
      ,6),(86400,0) ))
      Units: **undefined**
```

Figura 4. Equações geradas através do simulador Vensim

Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 5 abaixo faz referência aos 55 usuários conectados na rede cabeada do CAL em 2013. Foi utilizado o software *lansurveyor* da fabricante *SolarWinds* a fim de reproduzir esta conexão em forma de *layout* da rede. A figura demonstra em determinado momento do dia (intervalo entre 11h00min-12h00min), 55 ip's ativos (conectados/operando) neste determinado instante.

segunda média. Em ambos os casos os resultados foram satisfatórios e atenderam às expectativas dos projetistas.

Os dados coletados pelo CPD no intervalo de 10 dias, demonstrados na Tabela 2 abaixo, remetem que a rede do CAL consome menos de 1% da capacidade total disponível, mais precisamente (0,68%) do *link*, disponibilizado pela instituição (350 Mbit/s *full-duplex* p/ Internet).

Então, aplicada a seguinte fórmula: $X=0.68 \times 350 / 100 \Rightarrow 2,38$

Obtém-se com isso que o consumo da rede do CAL igual a **2,38 Mbits/s**

Tabela 2 – Dados coletados pelo CPD/UFSM no intervalo de 10 dias/2013

Capacidade do Link disponível da UFSM internet	<i>350 Mbit/s full-duplex p/ Internet (UFSM - Internet)</i>
Capacidade do Link disponível da UFSM intranet	<i>1 Gbit/s full-duplex p/ Intranet (CAL – UFSM)</i>
O que está sendo usado pra internet	<i>45.9%</i>
O que está sendo usado pra intranet	<i>54.1%</i>
Horário de maior pico	<i>14h00min – 16h00min</i>

5.1 CENÁRIOS SIMULADOS

Para a validação e experimentação do modelo de simulação desenvolvido foram gerados os seguintes cenários com os seus respectivos gráficos:

Cenário atual com total de 80 usuários

No cenário atual, aproximadamente, 80 computadores (usuários) estão logados na rede do CAL. Para simular o consumo total definiu-se o valor de 30Kb de consumo aproximado por usuário (2,38 Mbits/80 usuários). Conforme Tabela 3 abaixo, os dados do número de usuários na rede por período foram dispostos e inseridos no simulador VENSIM obtendo-se assim o total de usuários e o consumo em cada período do dia.

Tabela 3. Dados de entrada no sistema

Horas	Tempo(s)	Cable	Sul	Norte	Total de usuários	Consumo CAL (30Kb/usuário)
		Número de Usuários				
00:00	0	0	0	0	0	0
04:00	14400	0	0	0	0	0
08:00	28800	30	4	5	39	1170
12:00	43200	20	10	15	45	1350
16:00	57600	30	35	15	80	2400
20:00	72000	6	15	0	21	630
24:00	86400	0	0	0	0	0

A seguir na Figura 6 abaixo, segue a demonstração dos comportamentos dos gráficos da Tabela 3 acima relacionada e as oscilações entre os vários períodos do dia, sendo o eixo *x* que representa a variável tempo com valor de 86400s (24hs x 3600s) que equivale a quantidade de 1 dia em segundos. No eixo *y* é representado a quantidade de usuários de entrada das redes: cabeada e os respectivos *access point's* norte e sul. Portanto somando as variáveis de entrada o valor do *link* consumido ficou aproximadamente em **2.4Mbits/s** por dia.

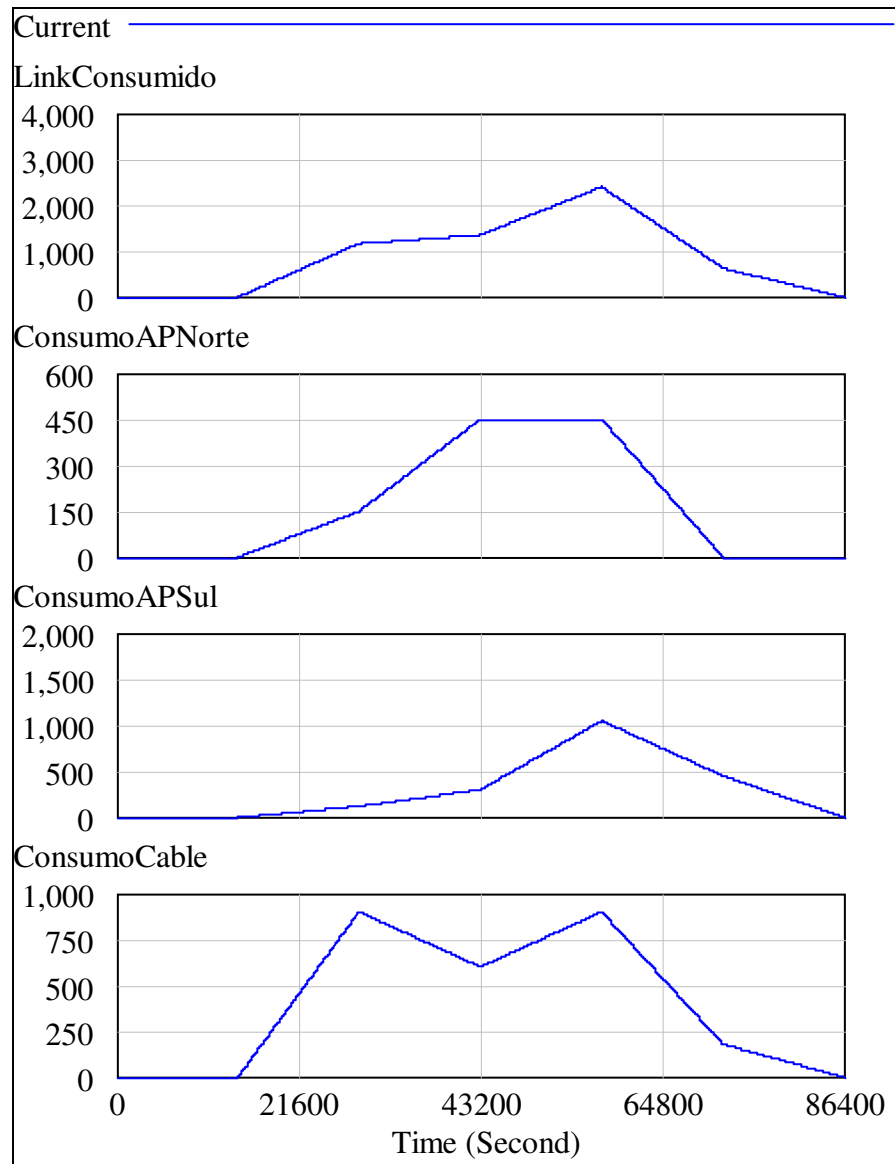


Figura 6. Gráficos de consumo de *link* (consumo norte, sul e cable)

Fonte: elaborado pelo autor

Para o bom funcionamento da rede do CAL e futuras expansões, recomenda-se através das verificações do consumo atual frente a quantidade de *link* disponível na instituição se faz necessário adequações e atualização e remodelamento da mesma.

As Figuras 7 e 8 demonstram o atual cenário da estrutura da rede.

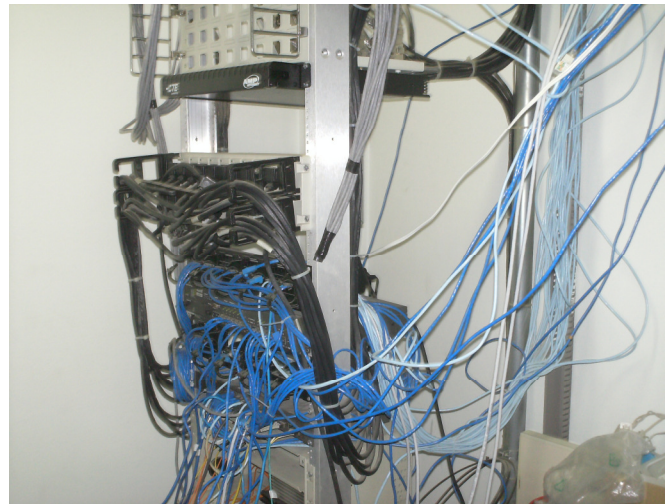
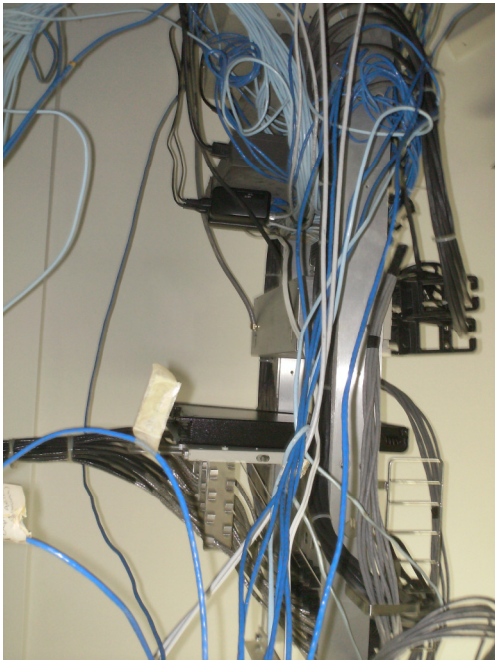


Figura 7 e 8. Fotos do Rack do CAL

Fonte: elaborado pelo autor

A fim de se estimar a capacidade da rede quando o fluxo de trabalho for aumentado, alimentou-se o sistema com dados que correspondem a um aumento do número dos usuários conforme cenário a seguir. Este cenário hipotético demonstrado se justifica para averiguar os possíveis futuros *updates* do modelo existente, tendo assim estimativas quantitativas de consumo à medida que se aplica mais usuários consumindo o *link* e levando em conta o consumo aproximado de 30Kbits/s por usuário, o que implica em um aumento na curva deste consumo.

Cenário futuro com total de 120 usuários

Para se prever um segundo cenário, estipulou-se um aumento do número de usuários oscilando em vários períodos do dia, semelhante a tabela anterior, sendo nesse, o horário de maior atividade às 12 horas. O número total passou então de 80 para 120 usuários, obtendo assim um consumo da rede de 3600Kbits/s (Tabela 4), com isso o consumo do *link* absorveu 1,03% da capacidade da instituição.

Tabela 4. Dados de entrada no sistema

Horas	Tempo(s)	Cable	Sul	Norte	Total de usuários	Consumo CAL (30Kb/usuário)
		Número de Usuários				
00:00	0	0	0	0	0	0
04:00	14400	0	0	0	0	0
08:00	28800	15	10	5	30	900
12:00	43200	55	35	30	120	3600
16:00	57600	25	15	10	60	1500
20:00	72000	6	15	0	21	630
24:00	86400	0	0	0	0	0

Abaixo na Figura 9, segue as demonstrações de comportamento da tabela acima citada, porém com a variação da taxa de consumo do *link* aumentada, devido à elevação do número de usuários que ingressaram na rede, desta forma obtém-se um consumo de **3,6Mbits/s** ao dia aproximadamente, com horário de maior pico no período das 12hs.

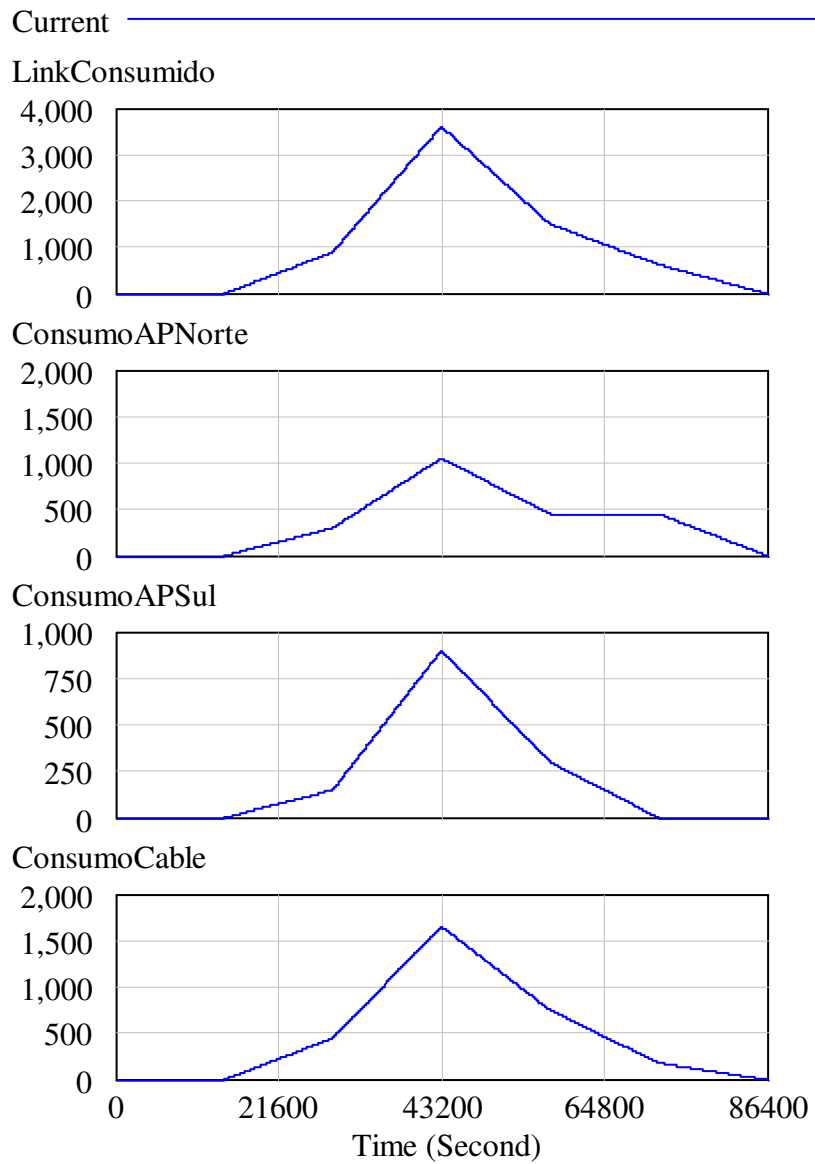


Figura 9. Gráficos de consumo de *link* (consumo norte, sul e cable)

Fonte: elaborado pelo autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal do trabalho foi o de apresentar a realidade da rede do CAL mais especificamente do consumo de *link* da rede via o que está sendo disponibilizado pela instituição, diante disso obteve-se a capacidade total do *link* da UFSM e verificado o percentual de consumo atual e realizado uma previsão futura quanto a uma possível expansão do número de usuários, objetivando assim disponibilizar uma previsão documentada a fim de ser utilizada para futuras considerações acerca do que está sendo consumido.

A aplicação e validação do modelo que resultou em gráficos dos estados atual e futuro utilizando o *software* Vensim através da DS mostrou-se eficaz, pois se verificou a explicação dos resultados através desses gráficos gerados pelo sistema de maneira correta e fidedigna. Ainda, comprovou-se que a atual capacidade de *link* comporta e bem o modelo já existente, pois não chega a utilizar nem sequer 1% do que é disponibilizada atualmente pela instituição, isentando assim a mesma no quesito de sobrecarga, lentidão e velocidade baixa.

O que precisa ser melhorado é o projeto das instalações internas locais; salienta-se que de nada adianta adquirir computadores de última geração, pois os problemas relatados para os usuários sobre de lentidão na rede deverão persistir. Cabe ressaltar que uma mudança deve ocorrer então na adequação da infraestrutura interna e remodelagem desse projeto, para o de cabeamento estruturado, composto por: *patch panels* organizados (dados e voz) devidamente identificados através de guias, novos *switches* (gigabits) disponibilizados em modo de cascadeamento hierárquico e não simplesmente anexar novos modelos à medida que surgirem novos usuários; a troca de cabeamento par trançado cat5 por cat6. Assim se faz necessário um remodelamento neste modelo de rede e a aplicabilidade destas medidas e adequações agregará um aumento na percentagem de consumo deste *link* que está visivelmente demonstrado disponibilizado pela instituição e viabilizando assim suprir as necessidades e futuro acréscimo de usuários.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEKSIC, S. **Analysis of Power Consumption in Future High-Capacity Network Nodes**, Optical Communications and Networking, 2009.

BASTOS, A. A. P. **A Dinâmica de Sistemas e a compreensão de estruturas de negócio**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo (FEA), 2003.

CLARK, ROLF – **System Dynamics and Modeling** – Institute for Operations Research and the Management Sciences- USA, 1988.

COVER . **Introduction to System Dynamics**. Powersim Press, 1996.

DEATON, M. L.; WINEBRAKE, J. J. **Dynamic Modelling of Environmental Systems**. Springer-Verlag, 2000.

FERNANDES, A. C. **Scorecard Dinâmico: Dinâmica de Sistemas e Balanced Scorecard**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

FLOOD, R. L.; JACKSON, M. C. **Creative Problem Solving: Total Systems Intervention**. John Wiley & sons, 1991.

FORRESTER, JAY W. – **Industrial Dynamics** – The M.I.T. Press – Cambridge – Massachusetts – USA – 1961

GUALDI, G.; CUCCHIARA, R.; PRATI, A. **Low-Latency Live Video Streaming over Low-Capacity Networks**, Multimedia, 2006.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down**. Trad. 3 ed., Addison Wesley, São Paulo, 2005.

LAW, A.M., KELTON, W.D. **Simulation Modeling & Analysis**. 2ª Ed., McGraw-Hill, 1991.

MAANI, K. E. E CAVANA, R. Y. **Systems Thinking and Modelling: understanding change and complexity.** New Zealand: Pearson Education, 2000.

MENASCÉ, D. A.; ALMEIDA, V. A.: **Planejamento de Capacidade para Serviços na Web. Métricas, Modelos e Métodos.** Editora Campus, 2003.

MENG SONG; MATHIEU, B. **QSON: QoS-aware Service Overlay Network.** Communications and Networking in China, 2007.

MICHAEL J. RADZICKI AND ROBERT A. TAYLOR. **Origin of System Dynamics: Jay W. Forrester and the History of System Dynamics.** In: U.S. Department of Energy's Introduction to System Dynamics, 2008.

NAGARAJAN, K.V.; VIAL, P.; AWIZIO, G. **Simulation of DNMPv3 Traffic Flow Meter Mib Using Arena Simulation Modelling Software.** Faculty of Informatics, 2008.

SOUZA, LINDERBERG BARROS DE. **REDES DE COMPUTADORES: GUIA TOTAL.** 1ª Ed., Editora Érica, c2009.

STALLINGS, WILLIAM. **REDES E SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DE DADOS.** 5ª Ed., Editora Elsevier, 2005.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores.** 4ª Ed., Editora Campus (Elsevier), 2003.

TAWILEH, A.: McINTOSH, S. **Network Bandwidth Estimation: A System Dynamics Approach.** Cardiff University School of Computer Science. 2008.

YEONJOON CHUNG; MIN HO PARK; EUI HYUN PAIK. **A QoS negotiable service framework for multimedia services connected through subscriber networks,** Consumer Electronics, 2006.