

SIMULAÇÃO DE REDE WIRELESS 802.16: Estudo do impacto de diferentes perfis de tráfego na rede

Rafael de Oliveira Silva
Faculdade de Engenharia Elétrica
CEATEC
rafaesilva@gmail.com

David Bianchini
Sistemas de Telecomunicações e Informática
Gestão de Redes e Serviços
CEATEC
davidb@puc-campinas.edu.br

Resumo: *A questão de inclusão digital tem encontrado na Internet uma ferramenta integradora importante na sociedade atual. Cada vez mais se busca acesso a ela com necessidade crescente de banda de comunicação e qualidade de serviço. Esforços têm sido feitos no sentido de atender esta demanda através de soluções via wireless de banda larga apoiadas no IEEE 802.16, conhecida como WiMAX. O objetivo desta pesquisa se voltou ao estudo do funcionamento de um sistema de comunicação com rádio WiMAX, com foco na camada de acesso ao meio, estudando-se às classes de qualidade de serviço, com análise dos tipos UGS e ertPS. Para isto foram desenvolvidos experimentos, analisados dados capturados das transmissões com tráfego armazenado tolerante a atraso com fluxo de taxa variável (pacotes de tamanho variável) e tráfego de pacotes em taxa constante e de tamanho fixo. Estes dados se tornaram subsídios efetuar uma modelagem para simulações de eventos discretos com o software ARENA.*

Palavras-chave: *WiMAX, Qualidade de Serviço, VoIP.*

Área do Conhecimento: *Engenharia Elétrica - telecomunicações -30406030*

1. INTRODUÇÃO

Desde o início dos tempos o homem procura se comunicar com seus semelhantes, seja pela forma escrita, pela forma oral ou por outros métodos que as civilizações antigas encontraram para suprir a necessidade de se comunicar. Contudo nunca antes na história da humanidade houve uma necessidade e um volume tão grande de trocas e também de acesso às informações quanto nos dias atuais, seja no âmbito empresarial, acadêmico ou mesmo para usuários residenciais.

Segundo Pignatari [1] quer se processe entre homem/homem, homem/máquina, ou, mesmo, máqui-

na/máquina, a comunicação é um fenômeno e uma função social. Nesse cenário, por apresentar grande participação no que diz respeito à disseminação da informação, podemos apontar as redes de computadores como uma nova ferramenta capaz de diminuir a desigualdade e promover interação social.

Cabe também salientar o grande potencial aferido às conexões sem fio diante da problemática da inclusão digital, que tem encontrado na Internet uma ferramenta integradora bastante eficaz em face às inúmeras diversidades que existem em nossa sociedade.

Em especial o momento atual as pesquisas tem se voltado as redes sem fio de banda larga, utilizadas para interligações de abrangência metropolitana (WMAN) conhecidas como 802.16, ou de forma mais popular WiMax – Worldwide Interoperability for Microwave Access, serão foco de destas pesquisas. De acordo com Haykin [2] o estudo destas redes é de grande interesse atual visto a possibilidade de integração de localidades cujos meios tradicionais de telecomunicações não alcançam com custo&benefício adequados.

A relevância científica deste estudo se deve ao fato do padrão IEEE 802.16 estar se definindo como um padrão global, pois foi desenvolvido de modo a ser compatível com os padrões do ITU (*International Telecommunication Union*).

Dentro deste quadro o objetivo deste trabalho foi de busca perfis de tráfego de usuários de rede WIMAX, e estudo do desempenho da interface de controle de acesso ao meio - MAC deste padrão. Para isto foram desenvolvidos experimentos, analisado dados capturados de transmissões de em diferentes condições e diante de fatores limitantes específicos. Estes dados se tornaram subsídios efetuar uma modelagem para simulações de eventos discretos com o software ARENA.

2. METODOLOGIA

A informação foi pesquisada em bibliografia específica, e tomando-se os autores Nuaymi [3] e Figueiredo

[4] como base para entendimento do padrão 802.16, conceitos de Qualidade de Serviço e mecanismos de provisão de QoS aplicados nas redes WiMAX (802.16) para diferentes perfis de usuários.

A compreensão sobre a operação do rádio foi buscada no Laboratório de Sistemas Rádios - LabSira por meio de acompanhamento de operação do rádio pré WiMAX junto a experimentos do Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, onde o rádio da ALVARION [5] estava sendo utilizado.

Houve ainda, como complemento dos estudos a oportunidade de acompanhar a banca de defesa de Mestrado da aluna do Mestrado em Engenharia Elétrica, cujo tema “Análise da Eficiência Espectral considerando a Duplexação e o Perfil de Tráfego para Bandas Licenciadas da tecnologia IEEE 802.16” era pertinente ao trabalho desenvolvido.

Estas informações, como um todo, tornaram-se fundamentais para o processo de modelagem para simulação com o software ARENA.

3. WiMAX

Nos últimos anos, o IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) tem desenvolvido várias tecnologias no que diz respeito a redes sem fio, como exemplifica Figueiredo [4], a tecnologia Wi-Fi, definida pelo padrão 802.11 que apresenta taxas de transmissão de até 54 Mbit/s, opera em bandas não licenciadas e é apontada como uma solução de rede local sem fio (Wireless LAN-WLAN).

Devido a uma série de fatores, técnicos e comerciais, a tecnologia WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) definida pelo padrão 802.16, com taxas de até 74 Mbit/s e gerenciamento de QoS (Quality of Service), tem cada vez mais ocupado um lugar de destaque no mundo das telecomunicações, seja por possibilitar atender às necessidades de mercado, por ser orientada a padronização e interoperabilidade ou pela contribuição para a redução de custos da infra-estrutura de acesso sem fio a redes banda larga.

As Redes Metropolitanas Sem Fio de Banda Larga WiMAX apresentam uma estrutura em malha chamada Ponto-Multiponto, e possuem dois elementos de destaque: a Base Station (BS) e Subscriber Station (SS). A BS controla toda a comunicação da rede fazendo a conexão entre a rede sem fio e uma outra rede, como a Internet, oferecendo assim os serviços desta última para todas as SSs de sua malha.



Figura 1. Topologia WiMax

Desta forma, a comunicação Ponto-a-Ponto entre as SS é inexistente. A comunicação se faz, portanto entre uma BS e uma SS, e pode ser feita em duas direções: uplink (comunicação da SS para a BS) e downlink (comunicação da BS para a SS).

Esta pesquisa busca apreender a flexibilidade que o padrão oferece quanto da possibilidade de implementação de algoritmos para escalonamento de serviços baseados em QoS.

É no processo de inicialização que acontecem as conexões de gerenciamento disponibilizadas para cada SS. A finalidade é negociar a classe de serviço e os parâmetros de cada conexão.

A maior dificuldade para o estudo foi o fato das interfaces MAC de rádios comercializados serem proprietárias e não se conseguir informações de sua implementação para se fazer a modelagem da camada de acesso ao meio – MAC (Medium Access Control). Nesta camada o padrão 802.16 tem mecanismos para se adaptar a situações adversas que ocorrem no enlace de comunicação wireless, pretendendo atender o QoS desejado.

Em função disto, buscou-se compreender como variáveis a requisição de banda, perda de pacotes e escalonamento elaborando-se um modelo simplificado com o intuito de utilizá-los em diferentes situações e observar a variação do atraso e do jitter para assim estudar o comportamento da camada MAC por meio de simulações de eventos discretos.

Diante da complexidade, optou-se por abordar o estudo em fases, buscando inicialmente compreender os parâmetros que interferem no QoS em tráfego de VoIP, cuja utilização é muito grande atualmente.

Para a realização da simulação de eventos discretos, optou-se pelo software Arena para o desenvolvimento um mecanismo de escalonamento de pacotes para essas duas classes, pela sua facilidade de implementação, riqueza de ferramentas de relatórios, e grande quantidade de material de consulta disponibilizado.

3. MODELAGEM.

Um fluxo de serviço é caracterizado por um identificador, um conjunto de parâmetros que especificam os recursos necessários. E um conjunto de parâmetros de QoS que especificam a classe de serviço usado pelo fluxo. Os identificadores são: SFID (Service Flow ID), CID (Connection ID), *ProvisionedQoSParamSet*, *AdmittedQoSParamSet*, *ActiveQoSParamSet* e *Authorization Module*. NUAYMI. [3]

Cada fluxo de serviço deve definir seu conjunto de parâmetros QoS. Podemos verificar na Tabela 1 o conjunto de parâmetros QoS utilizado pelo padrão 802.16 e a descrição de cada uma:

Tabela 1 – Parâmetros de QoS

| Parâmetro | Descrição |
|--------------------------------|--|
| Traffic Priority | Prioridade do fluxo de serviço |
| Maximum Sustained Traffic Rate | Pico da taxa de informação do serviço |
| Maximum Traffic Burst | Máximo comprimento de surtos de tráfego |
| Minimum Reserved Traffic Rate | Mínima taxa reservada para o fluxo de serviço |
| Minimum Tolered Traffic Rate | Mínimo volume de tráfego a ser retransmitido para a central do assinante |
| Jitter tolerado | Máxima variação do atraso permitida |
| Máxima latência | Máximo atraso na retransmissão permitida |

FORNTE: FIGUEIREDO, [4]

Podemos encontrar cinco classes de serviço para escalonamento. As classes de serviço e suas respectivas descrições são:

- UGS (Unsolicited Grant Service): é adequado para serviços que geram pacotes de comprimento fixo em intervalos periódicos sem detecção de atividade de voz
- rtPS (Real Time Polling Service): é adequado para serviços dinâmicos. Suporta tráfego em tempo real de pacotes de comprimento variável transmitidos em intervalos periódicos.
- ertPS (): muito similar ao rtPS, essa classe, definida tempos depois pelo padrão 802.16e se difere do anterior por permitir mobilidade na rede.
- nrtPS (Non-Real Time Polling Service): é bastante similar ao rtPS, porém o fluxo pode utilizar intervalos de tempo para requisição de largura de

banda. É adequado para fluxos que não exigem tempo real, como acesso à internet.

- BE (Best Effort): nesta classe de serviço, nenhuma garantia quanto a atraso nem vazão são oferecidos.

Segundo Freitag [6] para estar de acordo com o padrão IEEE 802.16, o escalonador do tráfego uplink deve satisfazer as especificações dos diferentes níveis de serviço.

Para se efetuar comparações na análise da simulação um tráfego de pacotes em taxa constante e de tamanho fixo, características que orientaram o trabalho para as classes de QoS: classe UGS e classe ertPS.

Esses serviços foram contemplados no algoritmo por representarem os fluxos utilizados para os serviços de VoIP e de streaming de áudio e vídeo respectivamente.

Será contemplado no presente trabalho um algoritmo de escalonamento direcionado aos fluxos UGS e ertPS.

A pesquisa buscou identificar os elementos mais importantes na MAC do 802.16 em função das classes definidas para estudo.

A figura 2 apresenta um modelo simplificado da MAC considerada neste trabalho.

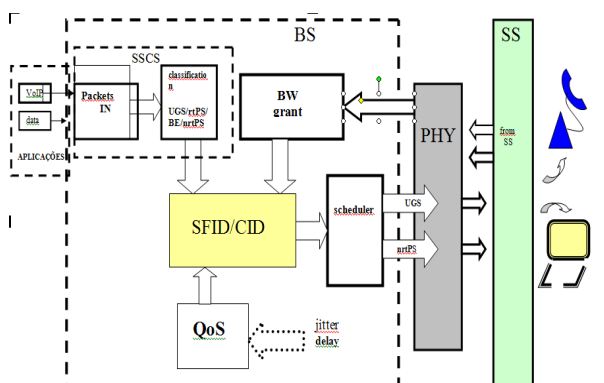


Figura 2 – Modelo simplificado paraMAC

4. DESENVOLVIMENTO

O processo de simulação deverá considerar no sistema como se dá a requisição de banda. Onde uma SS indica para uma BS que ela precisa de alocação de largura de banda. Estas requisições podem ser incrementais ou agregadas. As requisições agregadas substituem a informação de banda necessária para a conexão, enquanto que as incrementais acrescentam a banda necessária a já existente.

O atendimento significa fazer as concessões elas podem ser de dois tipos: por CID (GPC – Grant Per Connection) ou por SS (GPSS – Grant Per SS).

O processo pelo qual uma BS designa banda para uma SS especificamente para que ela possa fazer a suas requisições de banda e chamado de *Polling*.

Em síntese, o *polling* é feito por SS, a requisição de banda é feita por CID e a concessão de banda por CID ou SS.

5.1 Qualidade em VoIP

De acordo com Davidson [7] uma chamada de VoIP será considerada de qualidade excelente se a demora de pacote numa transmissão não exceder 150 ms. Além disso, a recomendação de ITU fixa um limite superior (400 ms) para ser considerado aceitável com respeito à demora de pacote para conversações de VoIP normais. VoIP é considerado a aplicação tipicamente com as exigências mais estritas com respeito à demora dos pacotes.

VoIP é modelado como uma fonte de ON/OFF com Atividade de Voz (VAD). Pacotes só são gerados durante o período. A duração do de tempo em tempo são distribuídos períodos exponencialmente. CICCONETTI [8].

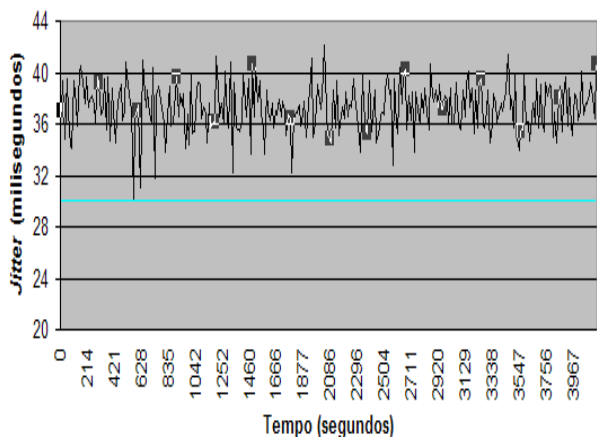


Figura 3 VoIP – variação do atraso (jitter)

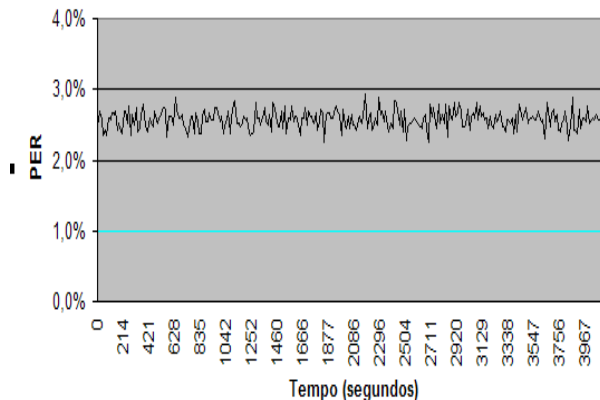


Figura 4 Perda de Pacotes (PER)

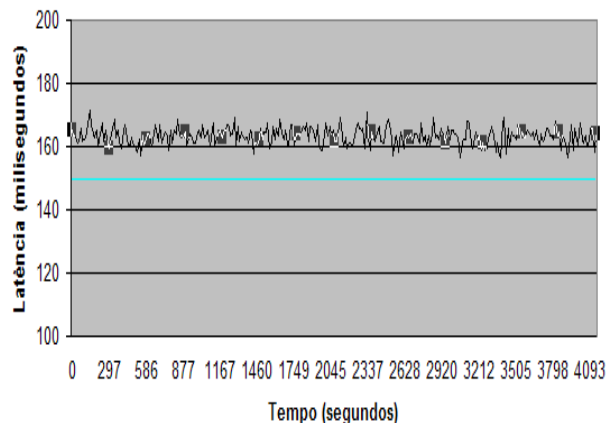


Figura 5 – Atraso na comunicação – Latência

A variação do atraso (*jitter*) é um dos parâmetros que comprometem o desempenho e a qualidade de uma aplicação VoIP.

Dados de laboratório, obtidos em experimentos de transmissão de tráfego VoIP no Laboratório LabSira apresentaram as variações apresentadas na Figura 3, 4 e 5 e cujas tabelas de dados (geradoras dos gráficos apresentados) foram analisados e utilizados nas simulações com o ARENA.

Para tanto, foi elaborado um modelo simplificado da MAC do padrão 802.16 apresentado na figura 2. O modelo utilizado como base para representar apenas os processos em estudo:

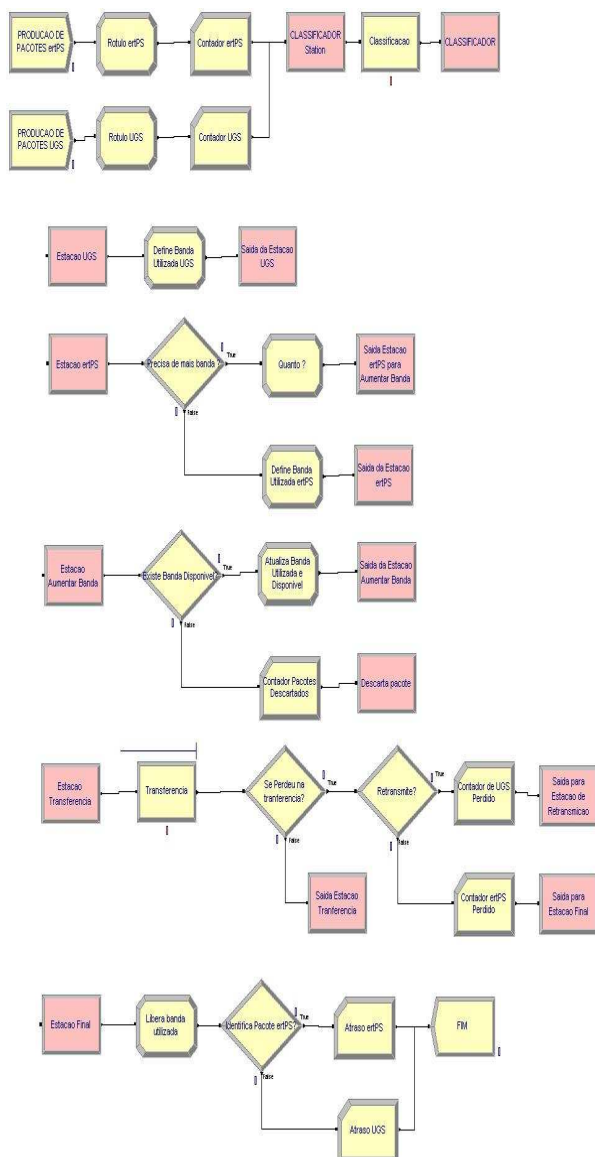


Figura 6 - Diagrama do ARENA

O software ARENA visualiza o sistema modelado como constituído de um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços a entidades bem definidas, Prado [9]. No caso, pacotes percorrem as estações, e são encaminhadas segundo a lógica de programação do modelo, apresentado na figura 6.

6. CONCLUSÕES INICIAIS

Os resultados das simulações estão presentes em outra Iniciação Científica cujo foco foi o uso do soft-

ware de simulação e a aplicação das informações e dados aqui apresentados.

A impossibilidade de se conhecer com maiores detalhes a interface MAC, dado a proteção do fabricante não permitiu um maior aprofundamento no estudo.

A complexidade do sistema, em suas classes de serviço, obrigou a restringir o âmbito do estudo para apenas duas delas, e deixar as demais para estudos posteriores.

Tomando-se como base a literatura estudada, observa-se que a simulação apresenta resultados coerentes, pois segundo Cicconetti [8], quando o sistema é exigido com grande intensidade a vazão de uplink alcançada diminui, devido a performance da conexão uplink, que depende diretamente do atraso gerado pelo mecanismo de requisição de banda (piggybacking).

7. AGRADECIMENTOS

Em especial os agradecimentos para a PUC-Campinas pela bolsa do fundo de apoio à Iniciação Científica – FAPIC/Reitoria – Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

À FINEP pelos recursos ao laboratório LabSira que possibilitou o disponibilização do software ARENA em versão oficial.

REFERÊNCIAS

- [1] PIGNATARI, D. (2003) Informação e linguagem. 2 ed. São Paulo: Ateliê editorial.
- [2] HAYKIN, S. MOHER, M. (2008) **Sistemas modernos de comunicações wireless**. São Paulo: Bookman.
- [3] NUAYMI, L. (2007) **WiMAX- technology for broadband wireless access**. England: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester.
- [4] FIGUEIREDO, F. L.; PEREIRA, L. C. P. (2008) **Tecnologia WiMAX: uma visão geral**. Cadernos CPqD Tecnologia. Campinas. V.4.n.2. p. 7. jul-dez. 2008.
- [5] ALVARION. (2008) **System Manual SW Version 5.0** BreezeACCESS VL. P/N 214767. January 2008.
- [6] FREITAG, J, DA FONSECA, L. S. (2008) **Escala-mento com Qualidade de Serviço em redes IEEE 802.16** disponível em <http://www.sbr2007.ufpa.br/anais/2007/ST15%20-%2001.pdf> acesso em 18/11/2008.
- [7] DAVIDSON, J. et al. (2008) **Fundamentos de VoIP**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

[8] CICONETI, C et al. (2007) **Performance Evaluation of the IEEE 802.16 MAC for QoS Support**. IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 6, no. 1, janeiro 2007.

[9] PRADO, D. (2004) **Usando o ARENA em simulação**. Belo Horizonte: INDG.

Evidenciou-se do trabalho o aumento da interatividade entre os participantes, com melhoria crescente do trabalho colaborativo, em síntese um grande amadurecimento dos participantes da Iniciação Científica.

Uma análise pedagógica do trabalho de Iniciação Científica com estes estudantes redundou em um artigo submetido para o periódico *Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, inserido em *ENG IV – B1*

ANEXO

Por fim, tendo sido um trabalho onde estudantes de engenharia elétrica, com ênfase em telecomunicações, e engenharia de computação desenvolveram juntos suas pesquisas, o resultado foi bastante positivo.

Simulação de Redes Wireless 802.16: Estudo do impacto de diferentes perfis de tráfego

Rafael Silva, David Bianchini
RafaelSilva@gmail.com davidb@puc-campinas.edu.br

Resumo: A questão de inclusão digital tem encontrado na Internet uma ferramenta integradora importante na sociedade atual. Cada vez mais se busca acesso a ela com necessidade crescente de banda de comunicação e qualidade de serviço. Esforços têm sido feitos no sentido de atender esta demanda através de soluções via wireless de banda larga apoiadas no IEEE 802.16, conhecida como WiMAX. O objetivo desta pesquisa se voltou ao estudo do funcionamento de um sistema de comunicação com rádio WiMAX, com foco na camada de acesso ao meio MAC. Das cinco classes de qualidade de serviço foi feito um recorte para análise dos tipos UGS e ertPS. Foram feitos experimentos, analisados dados oriundos do tráfego capturado de transmissões com aplicações tolerantes a atraso, com fluxo de taxa variável e tráfego de pacotes em taxa constante e de tamanho fixo. Estes dados se tornaram subsídios para efetuar a modelagem para simulação com o software ARENA.

Palavras chaves: WiMAX, simulação, perfis de tráfego.

1. Introdução

A transmissão de sinais nas redes atuais vem se apoiando cada vez mais em tecnologias sem fio (wireless) que são regulamentadas mundialmente pelas normas geradas pelo IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers. Este Instituto através do projeto 802 publicou uma família de padrões para redes locais e metropolitanas de computadores.

Em especial o momento atual as pesquisas tem se voltado as redes sem fio de banda larga, utilizadas para interligações de abrangência metropolitana (WMAN) conhecidas como 802.16, ou de forma mais popular WiMax – Worldwide Interoperability for Microwave Access, serão foco de nossas pesquisas. O estudo destas redes é de grande interesse atual visto a possibilidade de integração de localidades cujos meios tradicionais de telecomunicações não alcançam com custo&benefício adequados.

A relevância científica deste estudo se deve ao fato do padrão IEEE 802.16 estar se definindo como um

padrão global, pois foi desenvolvido de modo a ser compatível com os padrões do ITU (*International Telecommunication Union*) e do ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), mais especificamente com os padrões HiperACCESS (*High Performance Radio Access*) e HiperMAN (*High Performance Radio Metropolitan-Area Network*) do projeto BRAN10 (*Broadband Radio Access Networks*) do ETSI e com o grupo de trabalho TM4 do ETSI.

Dentro deste quadro o objetivo deste trabalho foi de estudar como as classes de serviço UGS e ertPS sofrem os efeitos de atrasos, variação de atraso, perda de pacotes e escalonamento da MAC. Para isto foram desenvolvidos experimentos, analisado dados capturados de transmissões em diferentes condições. Estes dados se tornaram subsídios efetuar uma modelagem e iniciar uma série de rodadas de simulações com o software ARENA onde estes elementos foram sendo variados e analisados os resultados.

2. Metodologia

A informação foi pesquisada em bibliografia específica [1, 2, 3, 4, e 5] sobre o padrão 802.16, conceitos de Qualidade de Serviço e mecanismos de provisão de QoS aplicado em redes WiMAX (802.16) [2] para diferentes perfis de usuários.

O entendimento sobre a operação do rádio foi buscada no Laboratório de Sistemas Rádios - LabSira por meio de acompanhamento de operação do rádio pré WiMAX junto a Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, onde o rádio da ALVARION [1] estava instalado.

Houve oportunidade de acompanhar a banca de defesa de Mestrado da aluna do Mestrado em Engenharia Elétrica, cujo tema “Análise da Eficiência Espectral considerando a Duplexação e o Perfil de Tráfego para Bandas Licenciadas da tecnologia IEEE 802 16” era pertinente ao trabalho desenvolvido.

Estas informações, como um todo, tornaram-se fundamentais para o processo de modelagem para simulação com o software ARENA, primeiramente em sua versão acadêmica (estudante) e

posteriormente na com a versão completa do software.

3. Tráfego e Qualidade de Serviço

O tráfego em meios confinados, como cabeamento estruturado ou cabos coaxiais, é praticamente determinístico com taxa de erro muito reduzida. Já em meios de propagação existe alta probabilidade de erro. Isto introduz um desafio no problema de QoS, especificamente em *NLOS (Non Line of Sight)*. O problema é minimizado com o emprego de sofisticadas técnicas de modulação e códigos de erro adaptativos, correção de erro, detecção de erro e algoritmos de retransmissão nas camadas físicas e *MAC*.

Qualidade de Serviço (QoS), pode ser abordada por diferentes perspectivas em sistemas de comunicação. A qualidade de serviço pode ser visto como o efeito coletivo do desempenho do serviço que determina o grau de satisfação do usuário. Dentro deste enfoque, fatores de desempenho podem ser considerados no suporte ao serviço; na operabilidade do serviço e na integridade do serviço. QoS, em termos práticos é que um conjunto de parâmetros que define condições de operação para diferentes tipos de serviços sobre uma rede, com o objetivo de garantir que ao usuário o desempenho esperado para suas aplicações.

4. WiMax e QoS

A arquitetura de um sistema de comunicação com o padrão IEEE 802.16 possui dois elementos principais: *Base Station (BS)* e *Subscriber Station (SS)*. A BS faz a comunicação entre a rede sem fio e a rede núcleo, enquanto a SS fornece ao usuário acesso à rede núcleo por meio do estabelecimento de conexões com a BS em uma topologia Ponto-Multiponto (PMP).

A forma para prover QoS consiste em associar os pacotes que passam pela camada *MAC* a um fluxo de serviço durante a fase de estabelecimento da conexão.

Cada fluxo de serviço deve definir seu conjunto de parâmetros de QoS. Podem ser citados, dentre eles, retardo máximo, largura de banda mínima e o tipo de serviço de escalonamento.

Cada fluxo é associado a um desses serviços e o escalonador da BS aloca largura de banda para as diferentes SS's seguindo um conjunto de regras

5. Circunscrevendo os limites da pesquisa

É no processo de inicialização que acontecem as conexões de gerenciamento disponibilizadas para cada SS. A finalidade é negociar a classe de serviço e os parâmetros de cada conexão.

Uma das dificuldades para o estudo deveu-se ao fato das interfaces *MAC* serem proprietárias e não se conseguir informações de sua implementação, no caso o fabricante ALVARION [1].

Diante da complexidade, optou-se por abordar o estudo em fases, buscando inicialmente compreender os parâmetros que interferem no QoS em tráfego de VoIP, cuja utilização é muito grande atualmente.

Para subsidiar a análise da simulação um tráfego de pacotes, buscou-se trabalhar com dados reais, pacotes transmitidos com taxa constante e de tamanho fixo e tráfego armazenado tolerante a atraso com fluxo de taxa variável (pacotes de tamanho variável).

Estas características orientaram o trabalho para as classes de QoS: classe UGS e classe *ertPS*.

6. Concebendo a modelagem

A camada de acesso ao meio – *MAC (Medium Access)* provê mecanismos para fornecer qualidade aos tráfegos *entre a BS (base station) e SS (subscriber station)*.

A simulação deve considerar no sistema como se dá o processo de requisição de banda. Onde uma SS indica para uma BS que ela precisa de alocação de largura de banda. Estas requisições podem ser incrementais ou agregadas. As requisições agregadas substituem a informação de banda necessária para a conexão, enquanto que as incrementais acrescentam a banda necessária a já existente.

O atendimento significa fazer as concessões elas podem ser de dois tipos: por CID (*GPC – Grant Per Connection*) ou por SS (*GPSS – Grant Per SS*).

O processo pelo qual uma BS designa banda para uma SS especificamente para que ela possa fazer a suas requisições de banda e chamado de *Polling*.

Em síntese, o *polling* é feito por SS, a requisição de banda é feita por CID e a concessão de banda por CID ou SS.

O estudo deste processo permitiu a elaboração de um modelo, ainda que simplificado, do funcionamento da *MAC*, que pode ser visto na figura 1, que se configura na proposta de trabalho para a modelagem para a simulação a ser realizada com o software ARENA

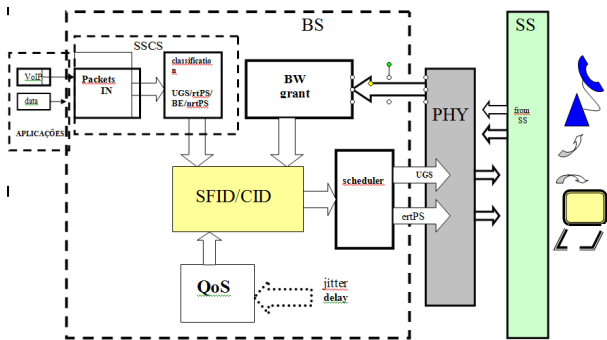


Figura 1 – Modelo para MAC

Neste modelo está sendo considerado que entre a BS e a SS o meio oferece linha de visada, ou seja, opera em LOS, os pacotes de entrada serão devidos a tráfego gerado por transmissão VoIP e arquivos de dados. Considera-se na análise a influência do atraso, variação do atraso e do escalonamento dos fluxos.

7. Qualidade em VoIP

De acordo com Davidson [6] uma chamada de VoIP será considerada de qualidade excelente se a demora de pacote numa transmissão não exceder 150 ms e a recomendação de ITU fixa um limite superior (400 ms) para ser considerado aceitável com respeito a demora de pacote para conversações de VoIP normais.

VoIP é considerado a aplicação tipicamente com as exigências mais estritas com respeito a demora dos pacotes.

VoIP é modelado como uma fonte de ON/OFF com Atividade de Voz (VAD). Pacotes só são gerados durante o período. A duração do de tempo em tempo são distribuídos períodos exponencialmente. CICCONETTI [7].

A variação do atraso (*jitter*) é um dos parâmetros que comprometem o desempenho e a qualidade de uma aplicação VoIP. Dados de laboratório apresentaram as características vistas na figura 2, 3 e 4. Os dados foram analisados e utilizados na simulação.

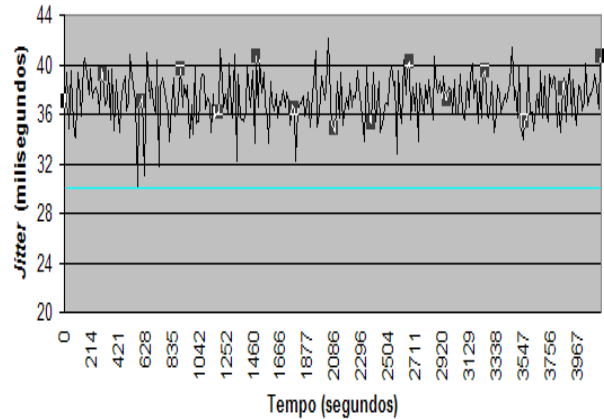


Figura 2 VoIP – variação do atraso (jitter)

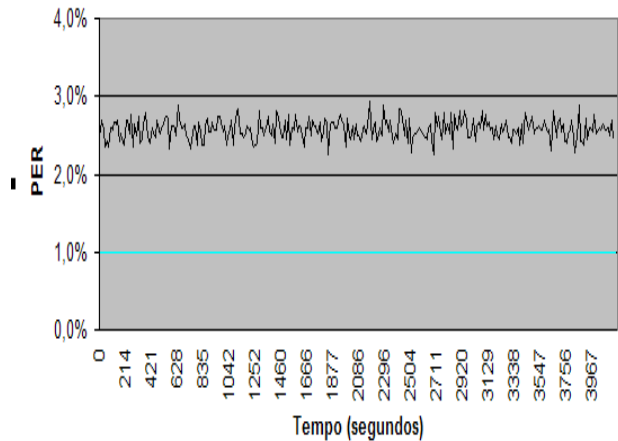


Figura 3 Perda de Pacotes (PER)

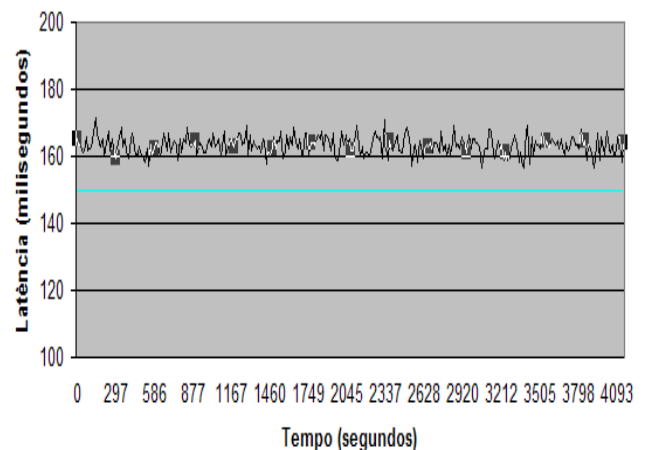


Figura 4 – Atraso na comunicação – Latência

8. Simulação por Eventos Discretos

A simulação por eventos discretos requer que se conheça muito bem o sistema em estudo, para que se possa efetuar a modelagem e nela incluir somente os subsistemas desejados [8], buscando o equilíbrio que não represente uma complexidade desnecessária ou uma simplicidade insuficiente para os fins desejados.

A implementação no software ARENA se configurou conforme apresentado na figura 5, onde dois perfis de tráfego foram considerados para modelagem, em conformidade com as classes UGS (transmissão de arquivo) e ertPS (para voz sobre Internet protocol – IP, ou VoIP).

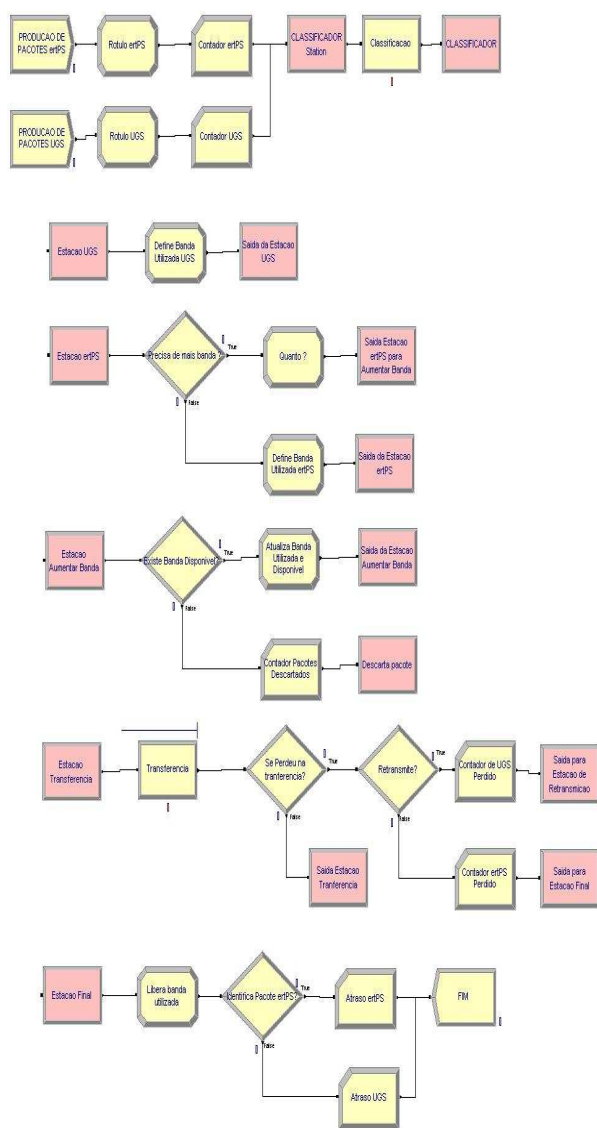


Figura 5. Implementação no software ARENA

O software ARENA permite montar o sistema a ser modelado como constituído de um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços a entidades bem definidas. No caso, pacotes percorrem as estações, e são encaminhadas segundo a lógica de programação do modelo, apresentado na figura 6.

9. Conclusões

A experimentação, no contexto das simulações para geração dos dados desejados, encontra-se em relatório de outra Iniciação Científica onde o foco foi o uso do software de simulação ARENA e a aplicação dos elementos aqui estudados, no entanto considerou-se importante para o projeto que os envolvidos buscassem ter um conhecimento mínimo tanto do software de simulação quanto da operação do rádio WiMAX.

É relevante observar que a impossibilidade de se conhecer com maiores detalhes a interface MAC, dada a proteção do fabricante, não permitiu um maior aprofundamento no estudo.

A complexidade do sistema, em suas classes de serviço, obrigou a restringir o âmbito do estudo para apenas duas delas, e deixar as demais para estudos posteriores.

9.1 Aspectos Pedagógicos

É relevante proceder a uma análise pedagógica das práticas desenvolvidas nesta Iniciação Científica, onde os participantes foram oriundos de duas engenharias, ele engenharia da computação.

É relevante observar que houve o aprendizado de conceber o outro como não dominante do assunto e aprender a manter, ao longo das discussões, as colocações completas e sustentadas por conhecimentos comuns da formação de engenharia. Este fato não acontece quando os estudantes são de um mesmo tipo de curso.

Avançar por meio da interação no campo de conhecimento do colega pesquisador possibilita uma nova compreensão da realidade e por isto altera as formas básicas de pensar, avaliar e agir que a especificidade de cada área cria na mente do estudante. Este se torna um fator importante a favor deste trabalho, pois tal resultado não se consegue, ou se apresenta de forma minimizada, quando uma orientação de iniciação científica acontece com estudantes de um mesmo curso.

Por fim, tendo sido um trabalho onde estudantes de engenharia elétrica, com ênfase em telecomunicações, e engenharia de computação

Relatório de Iniciação Científica

desenvolveram juntos suas pesquisas, o resultado foi bastante positivo.

Evidenciou-se do trabalho o aumento da interatividade entre os participantes, com melhoria crescente do trabalho colaborativo, em síntese um grande amadurecimento dos participantes da Iniciação Científica.

Uma análise pedagógica do trabalho de Iniciação Científica com estes estudantes redundou em um artigo submetido para o periódico *Multidisciplinary Education Magazine*, da área Engenharias IV, apresentado em anexo.

Referências

- [1] ALVARION. **System Manual SW Version 5.0** BreezeACCESS VL. P/N 214767. January. 2008
- [2] FREITAG, J, DA FONSECA, L. S. **Escalonamento com Qualidade de Serviço em redes IEEE 802.16** in:<
<http://www.sbrc2007.ufpa.br/anais/2007/ST15%20-%2001.pdf>>
- [3] ANDREWS, J. G. et als. *Fundamentals of WiMAX: understanding broadband wireless networking*. USA. Pearson Education, Inc. 2007.
- [4] FIGUEIREDO, F. L.; PEREIRA, L. C. P. **Tecnologia WiMAX: uma visão geral**. Cadernos CPqD Tecnologia. Campinas. V.4.n.2. p. 7. jul-dez. 2008.
- [5] NUAYMI. L. **WiMAX- technology for broadband wireless access**. England: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester. 2007.
- [6] DAVIDSON, J. et al. **Fundamentos de Voip**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [7] CICONETI. et al. **Performance Evaluation of the IEEE 802.16 MAC for QoS Support**. IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 6, no. 1, janeiro 2007.
- [8] PRADO, D. **Usando o ARENA em simulação**. Belo Horizonte: INDG, 2004.

AVALIAÇÃO DO TRABALHO

Por fim, tendo sido um trabalho onde estudantes de engenharia elétrica, com ênfase em telecomunicações, e engenharia de computação desenvolveram juntos suas pesquisas o resultado foi bastante positivo, embora os resultados finais tenham sido singelos, do ponto de vista científico.

Evidenciou-se do trabalho o aumento da interatividade entre os participantes, com melhoria crescente do trabalho colaborativo, em síntese um

grande amadurecimento dos participantes ao longo da Iniciação Científica.

Os alunos trabalharam no laboratório de rádio LabSira, assistiram defesa de banca do Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, e apresentaram respectivos posters no Encontro de I.C. da PUC Campinas em 2008.

A participação do aluno Rafael de Oliveira Silva foi muito bom.

Uma análise pedagógica do trabalho de Iniciação Científica com estes estudantes redundou em um artigo submetido para o periódico *Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, inserido em *ENG IV – B1*

Relatório de Iniciação Científica

Telecommunication Engineering and Computing Engineering: dialogue in a scientific initiation

D. Bianchini, C. K. Isikawa, and R. de O. Silva

Abstract—Modern Engineering demands new engineers with solid scientific formation and ability to dialogue with other areas. This work presents the pedagogic benefits of a Scientific Initiation work developed with students of different areas of the electric engineering. One of these students will graduate in Electric Engineering with emphasis in Telecommunications and the other in Computing Engineering. Together they evaluated the performance of IEEE 802.16 MAC with two QoS classes non-real-time Polling Service and unsolicited Grant service traffic by discrete events simulation. The education act includes the Vygotsky theory, with the concepts of Proximal Development Zone and Real Development Zone, focusing the development of collaborative learning together, but with students from different areas. The results showed a great decrease in the time of convergence for solutions and significant increase in the collaborative degree in the work.

Index Terms — Collaborative learning, Proximal Development Zone, Real Development Zone, Scientific Initiation.

I. INTRODUCTION

The dynamic of our world has been demanding a change on the profile for graduates of Engineering courses in order to have a continuous improvement of the ability of dialogue among different areas of knowledge, building up a new way of learning - a more efficient and incisive one. This essay presents a pedagogic proposal of work by means of education through research - and this constitutes a huge challenge to be accomplished by educational institutions and teachers of Engineering.

Schools of Engineering have the mission of providing feasible conditions in which such education is possible; for teachers, there is the need of reviewing procedures of didactic and expositive methods, as well as planned activities. In this way it is possible to bring new challenges to creativity through collaboration. Teaching with research means work *with* students, not *to* students, which implies a new didactic approach

David Bianchini: professor and researcher is with Electrical Engineering - telecommunication faculty, Pontifical Catholic University of Campinas, São Paulo - Campinas - Brazil (corresponding author - phone: 55- 193343-7046; fax: 55-19 3343-7370; e-mail: davidb@ puc-campinas.edu.br).

Caio Kiyoshi Isikawa and Rafael de Oliveira Silva: scientific initiation students of graduation are with Pontifical Catholic University of Campinas.

to an engineer who works as a teacher [1]. Today there are several ways of learning, but, according to Demo [2], “making” and “remaking” *in* the research and *by* the research represents tone of the differences among formal scholarship from other learning environment.

Within this context, University offers a unique space of pedagogic work named Scientific Initiation. Such initiation aims to provide to young student the possibility of obtaining knowledge in an integral manner, meanwhile acquiring a bigger comprehension of what means “making science”. In this special academic environment the student can better understand the theory-practice relation, which must contain, according to Rays [3], characteristics of a contextualized scientific act.

This discovery of Science is made of investigation, planned and organized procedures, with no “recipes” to be followed to build up the new, changes in a positive way the student’s behavior. Particularly, it strengthens the willing, fostering the student to enter in the good battle, giving more confidence in their own capacity of overcome challenges. This behavior is fundamental to the professional success for engineers, once they are constantly facing the need of breaking technological issues with energy and innovation.

Like this the text has for objective to expose how the accomplished pedagogic work was and it is not focused for the technical subjects of the research in itself, developed by the students.

II. SCIENTIFIC INITIATION

A. Initial Stage

In the initial stage of this academic work, it is usual to find students waiting to receive from teacher the very same approach of a regular class. Since they do not know what research means, they tend to believe that the information to work with in the construction of knowledge is already available, in the same way they were used to see during explanations and didactic exercises previously structured by the teacher - a plain and guided path without unexpected situations.

It is observed that the development of research activities with students from the same course tend to provide to them and to teacher a kind of easy dialogue and understanding, since they share a common point of view over the facts they study and related difficulties they are presented to. The paradigm for everyone is the very same one. However, such condition does not happen when those research activities are developed by students from different courses - in this case, students from areas of Electric Engineering with diversified specialization.

This point comes as a subtle problem and that it asks for an academic reflection and an appropriate educational action.

B. Second Stage

Other level of difficulty occurs when the scientific initiation is developed with students from different areas of engineering figuring out a solution for a problem in which their knowledge are complementary.

In this context, limitations of our current education process are shown. According to Morin [4], since the kind garden school sets our way of thinking, in a manner to isolate objects and dissociate problems, separating them and blocking our capacity of gathering and integrating things. Related to engineers, academy reinforces schemes to develop an intelligence that knows very well how to disassemble the complexity of the word in separate pieces, splitting problems, making a single dimension of the multi-dimensional. In this stage, teacher has to deploy a reverse engineering, aiming to integrate the knowledge that students have already acquired.

C. Third stage

Although it could seem apparently simple the dialogue among related areas of Engineering, it is not that easy. Related areas of Engineering are those that work in the same area of knowledge, but with specific focus. In this present work, we are articulating Telecommunication and Computing Engineering, both originated from Electric Engineering.

Some of Pedagogy principles point out the fact that the learning process happens through interaction among learners upon the exchange of their ideas over the object of study. In this way, this work aims to apply the concept developed by Vygotsky, in his social-interactional approach.

D. Collaborative learning

The educational activity was oriented by teacher always provoking the dialogue among students, in order to construct a collaborative learning. In this way, according to Pallof and Pratt [5], such didactic allows a kind of learning that causes a qualified discussion and a dialogue, enabling to gather a rich variety of meanings among participants. In this dialogue, participants must be open to the idea of rebuilding their mental models.

All in all, the objective was activating perceptive and mental schemes in the students' minds, different from those they would have if remained solely working on labs activities among colleagues of same class. This perspective demands a differentiated preparation in engineering formation, more adequate to the job market students will be joining soon.

In an objective manner, the formal contents of those engineering (Electric and Computing) offer common points, studied with different focus by each one. For example, in the discipline of computing network, Electric Engineering gives a systemic emphasis and cares over interoperability, while Computing Engineering focuses more details in programming and network architecture.

Within this context, there are two perspectives: one point of view of a radio-link perspective; other aiming the simulation of

discrete events. For simulation, it is necessary modeling, which in its turn demands a precise capture of the reality to be simulated. Here is the point: the need of dialogue to break the fragmented mental model in which the biggest part of what is being seen is already conditioned by previously observations in mind.

III. TECHNICAL ACTIVITY

Before any other concern, the problem for the teacher is not a technical one. This is the simplest part that can be articulated based on his knowledge. But this research surpassed the technical issue and focuses the pedagogic approach. In this study, the educational act, addressed to engineering learning by means of a research, appears as a multi-faced happening, composed by a complex set of perspectives and approaches. What matters here is to discover how to create an environment to foster the development of autonomy, creativity and communication capacity, fundamental skills to the professional life of an engineer. Knowledge is not something to be delivered; it is created, it is built inside the student.

The theory basis applied includes the Vygotsky [6] theory, using the concepts of Proximal Development Zone (PDZ) and Real Development Zone (RDZ). The first one, PDZ, corresponds to a cognitive area where students are able to work and solve problems when they are supported by the teacher, but are still unable to accomplish it by themselves. A characteristic of initial stage of this project of scientific initiation is working in Proximal Development Zone, but moving forward against the frontiers of Real Development Zone, defined as the cognitive zone where the student himself can work on.

Teacher should present problems with elements within Real Development Zone, but also including elements from cognitive zone in development stage, the Proximal Development Zone. Team work and cooperation among students allow them to move forward, transforming the Proximal Zone into Real Development Zone.

The method involves not only the matters related to the object of the research, but also an attitude of fostering the dialogue, being a discussions provoker, invisible in debates and a deeper evaluator of entire process, but never substituting the students' way of thinking.

The pedagogic objective is to enlarge the collaborative level among participants of the work. Such collaboration is increased proportionally as the communicative distance is shortened. This estrangement can be caused by the insecurity of working in an area of knowledge different from that where the basic formation happened; ignorance of basic concepts needed and absence of correct language, which brings the fear of being exposed. An indicator of this problem relays in the quality and duration of discussions. Academic discussions, while centered in "I do in my way", have low quality and the time to converge for a solution is long. When centered in "we will accomplish it", quality is high and time to converge and solve problems tends to be shorter.

A. Context of the students' research

The focus of the research deployed by students was the analysis of performance of MAC layer IEEE 802.16 standard, by means of simulation of discrete events, using ARENA software, version 12.0 [7].

Modeling of communication system was the main origin of inquiries and discussions, evolving from a representation far above of what objectives demanded, until reaching the appropriate modeling to the proposed problem. The telecommunication student was responsible for link characteristics, while the computing student deployed the modeling with simulation software. The results of each stage instigated new studies and corrections to the model. When appropriated, teacher had to give guidelines for work or to simplify procedures.

One of the best ways of validating results of a simulation modeling is to compare them with results from measurements over a real system [7], and this task was assumed by the telecommunication student.

Considering the tight timeframe, it was established that the characteristics of propagation way was considered ideal, and the traffic would be Voice over IP and files transmission. In this way, the variables to be analyzed were restricted to delays and delays variation [8].

This software provides conditions to analyze the data to be worked, adjusting them to the more adequate distribution.

B. Context of the teacher's research

At the same time that the technical subjects appear, it increases the need of the work collaborative, what gives opportunity to the teacher to perfect his perception of the differences and barriers to act in the sense of reducing them.

As work method, begins for a common base, with a discipline supplied in both courses, in this case data-communication. This allows creating challenges to obtain solutions with attitudes collaborative, beginning the development of the PDZ. In a second moment, disciplines specify, wireless network and simulation, also with united activities, now to strengthen the collaborative learning. At the last, the focus of the research in itself and is being constituted the opportunity of consolidating the RDZ.

Also it was necessary that each one of the participants put in text form the problems found in the research, before the weekly meeting with the teacher. These texts analyzed by the teacher, during and at the end of the research, show the evolution of the capacity of the student's expression.

Another important point was the information of specific themes for the accomplishment of intermediate objectives; these should be presented in this same meeting, but with the didactic concern gone back to the friend, partner of the research.

This technique favors the growth of both, it guides the dialogue and it perfects the approach to the problems.

The teacher should always be present and to be as leader, guaranteeing the productivity of the encounters, impeding digressions or mistakes. His objective should always be with academic quality.

IV. CONCLUSION

Upon a pedagogic analysis of developed practices, it was proved that such practices lead students to a deep thinking over the object they were studying, by means of experimenting and discussing, changing the focus from professor to the colleague that shared the learning process. In this way, both – teacher and student - are responsible for building the knowledge, which is proven in a smooth manner and become real at the end. It is something student assumes as belonging to him - "this is my learning, I made it up". Such condition only happens if the teacher does not behavior in a centralized manner or takes all decisions, explanations, or becomes the centre of the process.

It is important to note that the establishment of a dialogue demanded that participants already knew the matter, which enabled abbreviated speeches and even predicative speeches. This way, education relays in conceiving the partner not as being the expert, but learning to sustain, along discussions, the complete observations backed by common knowledge of Engineering graduation. Students of same course, working together, do not have the possibility of experience this learning process.

Using interactivity to move forward into the area of knowledge of a colleague, both working as researchers, students can acquire a new comprehension of reality. This approach changes in students' mind the basic manners of thinking, evaluating and acting created by the specificity of each area of study. It becomes a very important benefit of this present work, considering such result is not acquired, or perhaps minimized when an orientation of a scientific initiation happens with students from same course.

REFERENCES

- [1] M. A. BEHRENS. "Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente". In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M.A. *Novas tecnologias e mediações pedagógicas*. Campinas: Papirus, 2000. pp. 67-132.
- [2] P. DEMO. *Educar pela pesquisa*. 6 ed. Campinas: Autores Associados, 2003.
- [3] O. A. RAYS. A relação teoria-prática na didática escolar crítica. in: VEIGA, I.P. A (et al) *Didática : o ensino e suas relações*. 7ª ed. Campinas: Papirus, 2003.
- [4] E. MORIN. *A cabeça bem feita*. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004
- [5] R. M. PALLOF; K. PRATT. *Construindo comunidades de aprendizagem no Ciberespaço. – estratégias eficientes para salas de aula on-line*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- [6] L. S. VYGOTSKY. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- [7] P. J. FREITAS FILHO. *Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em Arena*. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- [8] J. DAVIDSON et al. *Fundamentos de VoIP*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

David Bianchini: Electrical engineer, with emphasis in electronics for Engineer Maua's School (1979), specialist in Administration for the University São Francisco (1994), Master's degree in Education for Pontifical Catholic University of Campinas – PUC-Campinas (1996), and doctor in Education for UNICAMP - University of Campinas (2003).

Caio Kiyoshi Isikawa: graduation student in with Computing Engineering, Pontifical Catholic University of Campinas, São Paulo – Campinas – Br.

Rafael de Oliveira Silva: graduation student in with Electrical Engineering - telecommunication, Pontifical Catholic University of Campinas, São Paulo – Campinas – Br.

David

De: Seiji Isotani [isotani@ieee.org]
Enviado em: segunda-feira, 24 de agosto de 2009 10:33
Para: David Bianchini
Assunto: [MEEM] Submission Acknowledgement

David Bianchini:

Thank you for submitting the manuscript, "Telecommunication Engineering and Computing Engineering: dialogue in a scientific initiation" to IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:
<http://www.ewh.ieee.org/soc/e/sac/meem/index.php/meem/author/submission/92>
Username: davidb

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Seiji Isotani
IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine

Seiji Isotani, Editor in Chief
IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine
<http://www.ewh.ieee.org/soc/e/sac/meem>