

JERUSA MICHELINNE LOPES

ALOCAÇÃO DE CUSTOS E LUCROS EM REDES DE INFORMAÇÃO

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação, para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora

Prof^a . Renata Couto Moreira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

JERUSA MICHELINNE LOPES

ALOCAÇÃO DE CUSTOS E LUCROS EM REDES DE INFORMAÇÃO

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação, para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

APROVADA em 27 de março de 2002

Prof. Anderson Bernardo dos Santos

Prof. Luiz Henrique Andrade Correia

Profª . Renata Couto Moreira
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

“Jesus é a força, não temerei nada, eu
tudo posso Naquele que me fortalece”
Dedico a conquista a todos que torceram
para esta realização.

Agradecimento

Agradeço aos meus pais por lutar para que eu conseguisse terminar o curso e por poder sempre contar com o apoio que me dedicaram. Aos meus irmãos, Chris e Veruska, por estarem sempre liberando o carro. A minha orientadora, Renata, que me deu toda a atenção e idéias para que esta dissertação ficasse cada vez melhor. Ao Anderson, meu co-orientador, pela sua paciência e disposição; pois sem a sua ajuda, talvez não conseguisse utilizar tão bem a ferramenta escolhida. Ao professor Luiz Henrique, por contribuir me enviando materiais úteis e se colocando a disposição mesmo estando longe. Ao Rominho por me ajudar no princípio do projeto e por apoiar e incentivar ao longo de todo o trabalho. Também aos meus colegas e amigos como Érika, Herbert, Juliana e Vaninha, por me agüentarem nos dias de stress. E também a Deus, pois “Se Ele é por nós, quem será contra nós?” (RM8,31). Enfim, a todos que contribuíram direta e indiretamente, meu muito obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
Resumo.....	iv
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – PROPOSIÇÃO.....	4
3 – REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1 – Redes Locais.....	6
3.2 – Problemas de Otimização.....	13
3.3 – Teoria dos Jogos.....	14
3.3.1 – Núcleo.....	14
3.3.2 – Valor de <i>Shapley</i>	15
3.3.3 – <i>Nucleolus</i>	16
3.3.4 – Análise de complexidade das propostas de solução.....	17
3.4 – Árvore Geradora Mínima.....	18
4 – MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 – Levantamento da Topologia da Rede UFLA.....	20
4.2 – Levantamento dos Equipamentos da Rede UFLA....	24
4.3 – Levantamento do fluxo que circula na rede UFLA..	26
4.4 – Seleção de Propostas.....	28
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
6 – CONCLUSÃO.....	37
6.1 – Trabalhos Futuros.....	38
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	39
8 – Anexos.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Topologia em Anel	9
Figura 2: Topologia em Barramento.....	10
Figura 3: Topologia em Estrela.....	11
Figura 4: Topologia em Hierárquica ou Árvore.....	12
Figura 5: Topologia atual da rede UFLA.....	22
Figura 6: Grafo da Matriz de Custo.....	29
Figura 7: AGM Grafo da Matriz de Custo.....	29
Figura 8: Decomposição da AGM Grafo da Matriz de Custo.....	30
Figura 9: Topologia atual da sub-rede UFLA.....	44
Figura 10: Servidor <i>Proxy</i>	53
Figura 11: Organograma da rede UFLA.....	45
Figura 12: AGM N_1	47
Figura 13: AGM N_2	47
Figura 14: AGM N_3	47
Figura 15: AGM $N_{3.1}$	48
Figura 16: AGM $N_{3.2}$	48
Figura 17: AGM N_4	49
Figura 18: AGM N_5	49
Figura 19: AGM N_6	50
Figura 20: AGM $N_{6.1}$	51
Figura 21: AGM $N_{6.2}$	52
Figura 23: Gráfico Gerado pelo MRTG do departamento DZO.....	55

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Equipamentos da Rede UFLA.....	24
Tabela 2: Siglas da Topologia e do Organograma.....	42
Tabela 3: Matriz de custo.....	29
Tabela 4: Matriz de Custo do Grafo da Rede UFLA.....	46
Tabela 5: Matriz de Custo de N_1	47
Tabela 6: Matriz de Custo de N_2	47
Tabela 7: Matriz de Custo de N_3	47
Tabela 8: Matriz de Custo de $N_{3,1}$	48
Tabela 9: Matriz de Custo de $N_{3,2}$	48
Tabela 10: Matriz de Custo de N_4	49
Tabela 11: Matriz de Custo de N_5	49
Tabela 12: Matriz de Custo de N_6	50
Tabela 13: Matriz de Custo de $N_{6,1}$	51
Tabela 14: Matriz de Custo de $N_{6,2}$	52
Tabela 15: Nome dos X_i , sendo $i=(0 \text{ à } 17)$	54
Tabela 16: Tabela de soluções obtidas.....	34
Tabela 17: Valor de Bird para cada departamento.....	35

Resumo

Neste trabalho foi estudado a otimização da distribuição de custos associados a uma Rede Informação. Foi apresentado e considerado os problemas de otimização de rede, e para a distribuição foi levantado a topologia da rede, dos equipamentos, dentre outros.

Com este tipo de distribuição pode ser encarado como uma situação de cooperação, entre agentes para obter ou para fornecer um serviço da melhor forma possível, foram feitos estudos sobre alguns modelos da Teoria dos Jogos Cooperativos.

Após o levantamento da rede UFLA, duas propostas dentre as estudadas foram aplicadas e comparadas.

1 – INTRODUÇÃO

Uma rede é uma infra-estrutura comum que conecta vários usuários de um certo tipo de serviço (de comunicação, de computação, de energia elétrica, de água e esgoto, de transporte, entre outros). A rede de informação ou comunicação surge da necessidade da troca de informação, e possibilita ter acesso a um dado que está fisicamente localizado distante do usuário. Na Internet, por exemplo, pessoas acessam dados armazenados nos locais mais remotos e, na maioria das vezes o local onde os dados estão fisicamente armazenados não tem menor importância [18].

Devido ao crescimento e importância da área de redes de informação, surge a necessidade de ter um estudo nessa área, focado no estudo da distribuição de custos associados a redes de informação.

Visto que existem teorias e ferramentas relacionadas a este tema, o de distribuição de custos e lucros. Para o qual aumentou mais o interesse para o desenvolvimento do tema e também devido as recentes privatizações, a qual o país enfrenta.

No ponto de ferramentas de gerenciamento da rede podem ajudar a decidir quando fazer uma expansão na rede, encontrar pontos em que houve falha e também em análise para propostas de política de bom uso da rede, além de poder ser utilizada uma análise de uma melhor distribuição de custos e lucros

[14]. Com esta visão houve a preocupação de fazer um estudo sobre a ferramenta de gerenciamento que está sendo implementada na UFLA, que apresenta gráficos e informações operacionais da rede.

Problemas de Otimização surgem nas mais variadas situações do dia-a-dia. Entre eles, destacam-se as situações em que um grupo de pessoas, ou entidades, resolve cooperar entre si para alcançar um objetivo comum da melhor forma possível [14][15]. No caso da rede de informação, as pessoas além de cooperarem entre si para obter o serviço pelo menor custo, ainda existe o “efeito clube”, o serviço só será bom se muitas pessoas estiverem participando da rede, visto que todas estão atrás da troca de informações e quanto mais pessoas participarem mais informações e pessoas estarão participando dessa troca.

O problema de distribuição de custos associados à rede de informação, é um problema difícil e que tem atraído muita atenção. Resolver a forma de dividir custo mínimo da rede entre os usuários não é trivial. Para isso, os valores alocados a cada um devem ao mesmo tempo cobrir os custos e serem aceitáveis para todos os usuários. Por isso a indução ao uso da Teoria dos Jogos Cooperativos, que possui resultados interessantes em vários problemas correlatos [14].

Este trabalho encontra motivações em vários aspectos, a saber, no estudo dos problemas que o país enfrenta, no estudo de teorias e ferramentas computacionais que podem ser bastante úteis em várias áreas. Como no caso

particular da UFLA, que cabe muito bem nesta formulação de problemas, pois é uma situação em que vários usuários estão cooperando entre si, para poderem participar da rede de informação da melhor maneira possível.

O CIN-UFLA (Centro de Informática da Universidade Federal de Lavras) é o setor responsável pelo monitoramento da rede UFLA, e entre outras funções. Com esta formulação dada pela Teoria dos Jogos Cooperativos, aplicado na rede UFLA, o CIN-UFLA além de justificar seus custos, as grandes quantias gastas pela UFLA, que devem ser distribuídos entre todos os departamentos e não somente do CIN-UFLA, o qual o poderá saber quanto cada departamento pesa no montante gasto.

A próxima seção mostra a proposta do trabalho.

A terceira seção traz as revisões de literatura, entre algumas definições como os das redes locais (LANs – *Local Area Network*) que é um caso particular de uma rede de informação, os problemas de otimização em redes e conceitos da Teoria dos jogos.

Na quarta seção uma descrição dos materiais e da ferramenta utilizada para melhor interpretação dos resultados, e na quinta seção serão mostrados os resultados obtidos para a teoria estudada.

Por último são apresentadas às conclusões obtidas e comentários para uma nova proposta de estudos futuros.

2 – PROPOSIÇÃO

Neste trabalho pretende-se fazer uma revisão bibliográfica de redes locais (LAN's) e de teorias para distribuição de custos associados a redes de informação.

Serão feitas tentativas para selecionar uma proposta para a aplicação da teoria, tendo como caso particular a UFLA, pois esta rede de informação é a de mais fácil acesso para obter os dados que serão necessário. Esta proposta a que se pretende chegar deve ser uma distribuição feita de forma coerente entre seus usuários.

Com estes estudos de distribuição de custos o CIN-UFLA, poderá saber quanto cada departamento pesa no montante gasto pela UFLA em relação a rede.

Apesar de que os departamentos não paguem diretamente por este custo, pode ser interessante ter esta informação, para estudos que podem ser feitos no sentido de melhorar a satisfação dos usuários e minimizar os custos da rede [2][14].

Além desses aspectos, tem-se a preocupação com o estudo do fluxo que circula na rede, devido a cada usuário, isto foi abordado em estudos anteriores [14][11], o qual apresenta que neste tipo de rede (rede de informação), este aspecto pode ser considerado na distribuição para melhorar a satisfação dos usuários quanto ao valor a eles alocados, dentre outros.

Além disso foi proposto o estudo de uma ferramenta para o gerenciamento da rede, pois há um grande interesse neste tipo de ferramenta, a qual poderá ajudar no sentido de observar os picos, as quedas da rede e o fluxo que circula nesta.

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Redes Locais

As redes locais, muitas vezes chamadas de LANs [1][7], são redes privadas contidas em um prédio ou em um campus universitário que tem alguns quilômetros de extensão. Elas são amplamente usadas para conectar computadores pessoais e estações de trabalho em escritórios e instalações industriais, permitindo o compartilhamento de recursos e a troca de informações. As redes locais têm três características que as diferenciam das demais: (1º) tamanho, (2º) tecnologia de transmissão e (3º) topologia [18].

1º – Tamanho

As LANs têm um tamanho restrito, o que significa que o pior tempo de transmissão é limitado e conhecido com a devida antecedência. O conhecimento desse limite permite a utilização de determinados tipos de projetos que em outras circunstâncias seriam inviáveis, além de simplificar o gerenciamento da rede.

2º – Tecnologia De Transmissão

A tecnologia de transmissão das LANs quase sempre consiste em um cabo ao qual todas as máquinas são conectadas. As LANs tradicionais são executadas a uma velocidade que podem variar de 10 a 100 Mbps [17][18].

3º – Topologia

As redes de computadores em função das características de seus protocolos e de sua configuração podem assumir várias estratégias de topologia, embora as variações sempre derivem de quatro topologias básicas que são as mais frequentemente empregadas: anel, barramento, estrela e árvore [17][18].

A topologia refere-se a disposição física e ao método de conexão dos dispositivos na rede, ou seja, como estes estão conectados. Os pontos no meio físico onde são conectados recebem a denominação de nós, sendo que estes nós sempre estão associados a um endereço, para que possam ser reconhecidos pela rede [5][6][17].

Independente do tipo de topologia usada, uma coisa é certa: todos os dispositivos da rede, diretos ou indiretamente, estão conectados a um mesmo meio físico.

- **Topologia em Anel**

A topologia em anel [5][6] é caracterizada como um caminho unidirecional de transmissão, formando um círculo lógico, sem um final definido. A estratégia de controle pode ser centralizada ou distribuída.

O sinal originado por um nó passa em torno do anel, sendo que em cada nó o sinal é regenerado e retransmitido. Como acontece em qualquer topologia, cada estação, ou nó, atende por um endereço que, ao ser reconhecido por uma estação, aceita a mensagem e a trata.

Se houver uma interrupção no anel pode ser prontamente identificada e isolada, uma vez que o transmissor não recebe a confirmação da recepção da mensagem por ele enviada. A correta localização da estação defeituosa pode ser efetuada por cronometragem da mensagem, ou ausência de *status* da estação [17][18]. Veja a Figura 1.

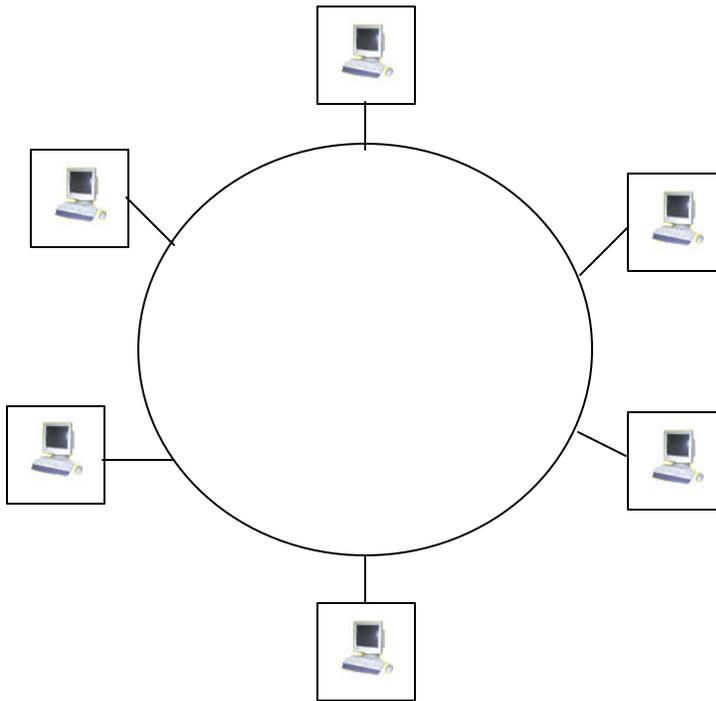


Figura 1 : Anel

- **Topologia em Barramento**

Na topologia em barramento, [5][6] pode ser empregada a comunicação com caminhos bidirecionais. Todos os nós são conectados diretamente na barramento de transporte, sendo que o sinal gerado por uma estação propaga-se ao longo da barramento em todas as direções.

Cada nó atende por um endereço na barramento de transporte, portanto, quando uma estação conectada no barramento reconhece o endereço de uma

mensagem, esta a aceita imediatamente, caso contrário, a despreza [17][18].

Veja a Figura 2.

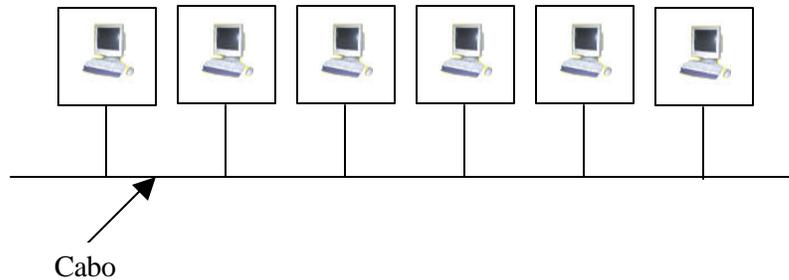


Figura 2: Barramento

- **Topologia em Estrela**

A topologia em estrela (Figura 3) [5][6], é caracterizada por um determinado número de nós, conectados em uma controladora especializada em comunicações.

Como esta estação tem a responsabilidade de controlar os enlaces, esta deve possuir elevado grau de inteligência, uma vez que todo o controle de fluxo de mensagens através da rede deve ser por ela efetuado.

As controladoras mais evoluídas operam de forma a tornar a rede o menos vulnerável possível; em geral estas possuem duplicidade dos componentes mais críticos, pois sua interrupção causa a paralisação de toda a

rede. Já as paralisações adjacentes às controladoras poderão ser facilmente identificadas, e inclusive procedimentos de recuperação podem ser ativados automaticamente [17][18].

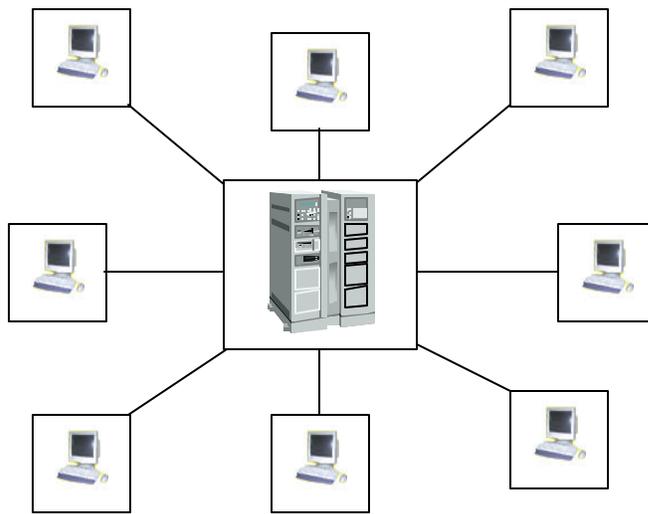


Figura 3: Topologia em Estrela

- **Topologia Hierárquica**

A topologia Hierárquica ou em árvore (Figura 4), é essencialmente uma série de barramentos interconectados. Geralmente existe um barramento central onde outros ramos menores se conectam. A ligação entre barramentos é realizada através de derivadores e as conexões das estações realizadas da mesma maneira que no sistema de barramentos padrão.

Cada ramificação significa que o sinal deverá se propagar por dois caminhos diferentes. A menos que estes caminhos sejam perfeitamente casados, os sinais terão velocidades de propagação diferentes e refletirão os sinais de diferentes maneiras. Por este motivo, em geral, as redes hierárquicas trabalham com taxas de transmissão menores do que as redes de barramento comuns [17].

Esta topologia é muito usada para supervisionar aplicações de tempo real, como por exemplo, automação industrial e automação bancária [5][6] [17][18].

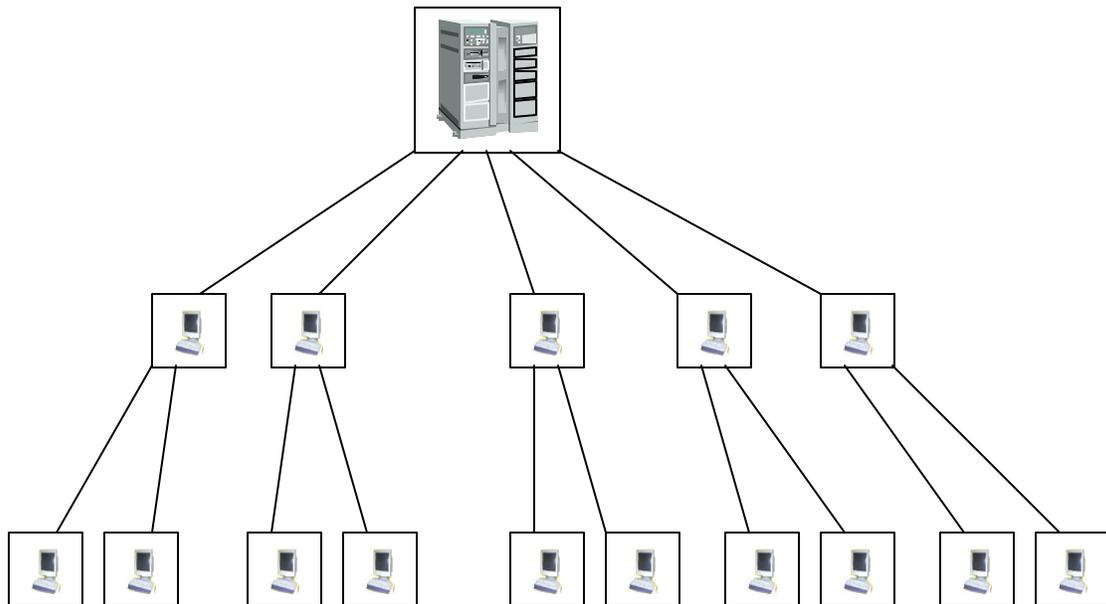


Figura 4: Topologia Hierárquica ou em Árvore.

De acordo com as Teorias de Otimização em Redes, esta é a topologia que são bem tratadas e eficientes. Apropriada para a Teoria dos Jogos uma vez que esta lida com conceitos aplicados a estruturas em forma de árvores. Sabe-se também que a estrutura de menor custos para conectar um conjunto de usuários é dada por uma árvore, a árvore geradora mínima [14].

3.2 – Problemas de Otimização em Redes

A escolha da topologia da rede deve levar em consideração além dos aspectos da informação que irá circular, os aspectos dos seus usuários. Pode-se dar preferência por uma topologia de duplo anel, na qual sempre haverá dois caminhos possíveis para a informação, deixando de lado a minimização de custos, que resulta em uma topologia em árvore [2].

Depois de obtida a solução ótima da topologia da rede surge o problema de distribuir os custos envolvidos entre os usuários [14], pois isto deve ser feito de uma forma em que os satisfaçam.

Em muitas situações, são necessárias formas sistemáticas para selecionar uma forma de alocação de custos em que nenhum usuário seja responsável por pagar mais que o menor custo de adquirir o mesmo serviço participando de outra rede qualquer. Estas considerações sugerem o uso da Teoria dos Jogos Cooperativos para a solução do problema [14] [15].

3.3 – Teoria dos Jogos Cooperativos

A abordagem dada pela Teoria dos Jogos lida com a introdução de um jogo Cooperativo na forma de função característica, com os nós de usuários como jogadores, formando o conjunto N e a função característica $C(S)$, $S \subseteq N$ definida em todos os subconjuntos possíveis de combinação de usuários. O valor da função característica para uma certa combinação $C(S)$, $S \subseteq N$, que denota-se de coalizão, deve ser o custo da subrede ótima provendo serviço a apenas aquele subconjunto de jogadores [14].

Na Teoria dos Jogos Cooperativos várias aproximações para alocações de custos razoáveis têm sido sugeridas, entre elas, estão os conceitos de **núcleo (core)**, o **Valor de Shapley** e o *nucleolus* [14][3], entre outros.

3.3.1 – Núcleo

É o espaço de todas as soluções que atendem à restrição do valor alocado para cada usuário ser sempre menor ou igual ao custo mínimo que ele teria ao se conectar de qualquer outra forma possível. Formalmente é dado pelas alocações de custos que atendem às seguintes restrições:

Seja $X = \{X_1, \dots, X_n\}$ um vetor cujos elementos são os valores de alocações aos jogadores X_i , $1 \leq i \leq n$. Sendo $n = |N|$.

$$\sum_{i=1}^n X_i = C(N) \rightarrow \text{Custo mínimo total da rede}$$

$$\sum_{i \in S} X_i \leq C(S) \rightarrow \text{Custo mínimo da rede usada para conectar o subconjunto } S \text{ de jogadores}$$

O Núcleo [3] é formado por várias alocações, levando a um novo problema, o de escolher uma dentre as várias soluções possíveis. É neste sentido que surgem as definições de Valor de *Shapley* e *Nucleolus* a seguir [14][15].

3.3.2 – Valor de *Shapley*

O Valor de *Shapley* foi introduzido por L.S. Shapley [16] e encontrado várias aplicações práticas como na distribuição de lucros do serviço nacional de reconhecimento de (BINA), na distribuição de custos de bens e serviços públicos e em alocação de custos de reserva de água e suas desvalorizações. Chamando de X o vetor de alocações de custo, o valor do elemento X_i associado ao jogador i , representa estatisticamente a contribuição marginal no custo total das coalizões pelo acréscimo do jogador, assumindo que as coalizões se formam aleatoriamente. Formalmente é dado por [14][15]:

$$X_i = \sum_{S \subseteq N} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} \left[C(S) - C(S-i) \right]$$

Sendo S qualquer subconjunto não vazio do conjunto de jogadores N ,

s é o número de elementos de S , $s=|S|$,

n é o número de elementos de N ,

$C(S)$ é o custo mínimo para conectar apenas os jogadores do subconjunto S .

3.3.3 – *Nucleolus*

O *nucleolus* seleciona o vetor x pela maximização lexicográfica $e(x)$, dos acessos relativos às 2^n restrições do núcleo. Granot e Huberman [3] apresentam um algoritmo para o cálculo do *nucleolus* para jogos de árvores geradoras mínimas.

Para um jogo $(N;c)$ e para um vetor de alocação de custos x ,

seja $e(x,S)=c(S)-x(s)$ o excesso de S relativo a x ,

e seja $e(x)$ um vetor em $\mathbb{R}^{(2^n-2)}$ cujos elementos são $e(x, S)$,

ou seja:

$$e(x) = \begin{pmatrix} e(x, S_1) \\ \dots \\ e(x, S_2^n) \end{pmatrix}$$

onde S_1, S_2, \dots, S_2^n estão arranjos de forma que $e(x, S_k) \leq e(x, S_{k+1})$.

O *nucleolus* baseia-se na resolução de uma seqüência de subproblemas de programação linear. A cada novo subproblema a ser solucionado, acrescenta-se ao modelo uma restrição, ou um conjunto delas. O algoritmo pára quando chega em uma solução ótima, que é o próprio *nucleolus*. O *nucleolus* sempre existe, é único e pertence ao núcleo, para este tipo de jogo.

3.3.4 – Análise de Complexidade das Propostas de solução

Em todos os casos a complexidade de cálculo das soluções cresce de forma exponencial com a entrada já que todas elas devem ser comparadas ao custo mínimo de todas as coalizões possíveis de serem formadas, ou seja, para todos os subconjuntos (S) do conjunto de jogadores (N). Pela teoria de Análise combinatória, sabe-se que o número de subconjuntos de um conjunto com n

elementos é 2^n , assim se n cresce, o número de subproblemas a serem resolvidos cresce da ordem de 2^n . Isto mostra que os algoritmos de solução apresentados na Teoria dos Jogos não são eficientes para jogos com muitos jogadores [14][15].

Encontra-se na prática, o uso de algoritmos de cálculo destas soluções para jogos de até 10 jogadores (que dá 2^{10} subproblemas a serem resolvidos e é igual a 1024). Para jogos com mais jogadores, algumas heurísticas têm sido aplicadas com êxito [3].

3.4 – Árvore Geradora Mínima (AGM)

Dado um grafo não direcional, com pesos nas ligações, encontrar um conjunto de ligações (que ligam todos os vértices) cuja soma dos pesos é menor possível [12].

A Árvore Geradora Mínima (AGM) é a situação de rede ótima, no sentido de possuir o menor custo associado, mais simples que pode ser imaginada. Nele tem-se um nó de fornecimento de serviço, a raiz da AGM, e um conjunto de nós com uma demanda maior que zero deste serviço[12][14].

Os algoritmos desenvolvidos, para obtenção da AGM de um grafo já estão bastante difundidos e são utilizados com eficiência [12]. Os algoritmos mais conhecidos são o de *Kruskal* e o de *Prim* [12].

- **Algoritmo de Kruskal**

Este algoritmo consiste em selecionar ligações do grafo, partindo das arestas de menor peso até as de peso maior, de tal forma que as ligações são escolhidas para fazer parte da AGM, somente se elas ligam duas partes previamente desconexas do grafo. Kruskal olha só as ligações [12].

Ele tem como objetivo encontrar o menor peso entre os nós. Liga todos os nós de maneira que a soma seja mínima, formando assim, a AGM[12].

- **Algoritmo de Prim**

Este algoritmo analisa uma parte do grafo, colhendo e armazenando informações que indicam uma solução temporária para o problema. À medida que o algoritmo consegue novas informações sobre o grafo analisado, ele modifica a “solução temporária” até que todo o grafo tenha sido analisado [12].

Prim olha os nós e espalha pelas vizinhanças, por isso, não sabe dizer qual o melhor caminho inicialmente, pois pode achar informações melhores nos outros nós que ainda serão visitados.

Em Prim, dado um vértice inicial v selecionar a ligação de menor peso entre um nó já visitado e outro não visitado.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Levantamento da Topologia da Rede UFLA

Ao procurar por esta informação, percebeu-se que ela estava espalhada. Em virtude que o projeto de implementação da Rede UFLA foi começado pela a IBM e esta não concluiu a construção da Rede. Então cada participante da criação da rede UFLA sabia um pouco sobre a topologia, não existindo um arquivo dentro do CIN-UFLA, que concentrasse estas informações, quanto menos mantê-las atualizada.

Optou-se por usar uma topologia resumida, na tentativa de encontrar uma primeira proposta para distribuição de custos. Porém, ela não leva em consideração cada departamento isoladamente como jogador, visto que, em vários pontos da rede, existem alguns departamentos que estão pendurados em outro departamento.

Para chegar a uma distribuição de custos para cada departamento, teve-se que fazer o levantamento da topologia atual de toda a rede UFLA. Foi quando o professor Luiz Henrique contribuiu enviando os desenhos da rede UFLA, da época em que ele participou da criação, e depois desta contribuição, o professor Anderson junto ao CIN-UFLA, contribuíram fazendo as atualizações

necessárias. Considerando-se estes fatores, a Figura 5 mostra a rede UFLA em forma de grafo, a qual conseguiu-se levantar.

A rede UFLA está numa topologia em forma de árvore, composta por um nó central e mais 18 nós que saem do nó central e interligam todos os departamentos da UFLA e entre outros órgãos dentro da UFLA. Veja a Topologia na Figura 5 e o Organograma em anexo na Figura 11.

O nó Central está localizado no prédio da administração (ADM) que se ramifica por todo o campus, inclusive, o campus antigo da UFLA. Estes nós são distribuídos de acordo com a Figura 5.

Entre a maioria dos departamentos e órgãos as conexões a rede estão ligadas a 100MBps, e os equipamentos e o meio de transmissão que estão ligadas foram comprados pela UFLA durante a construção da rede.

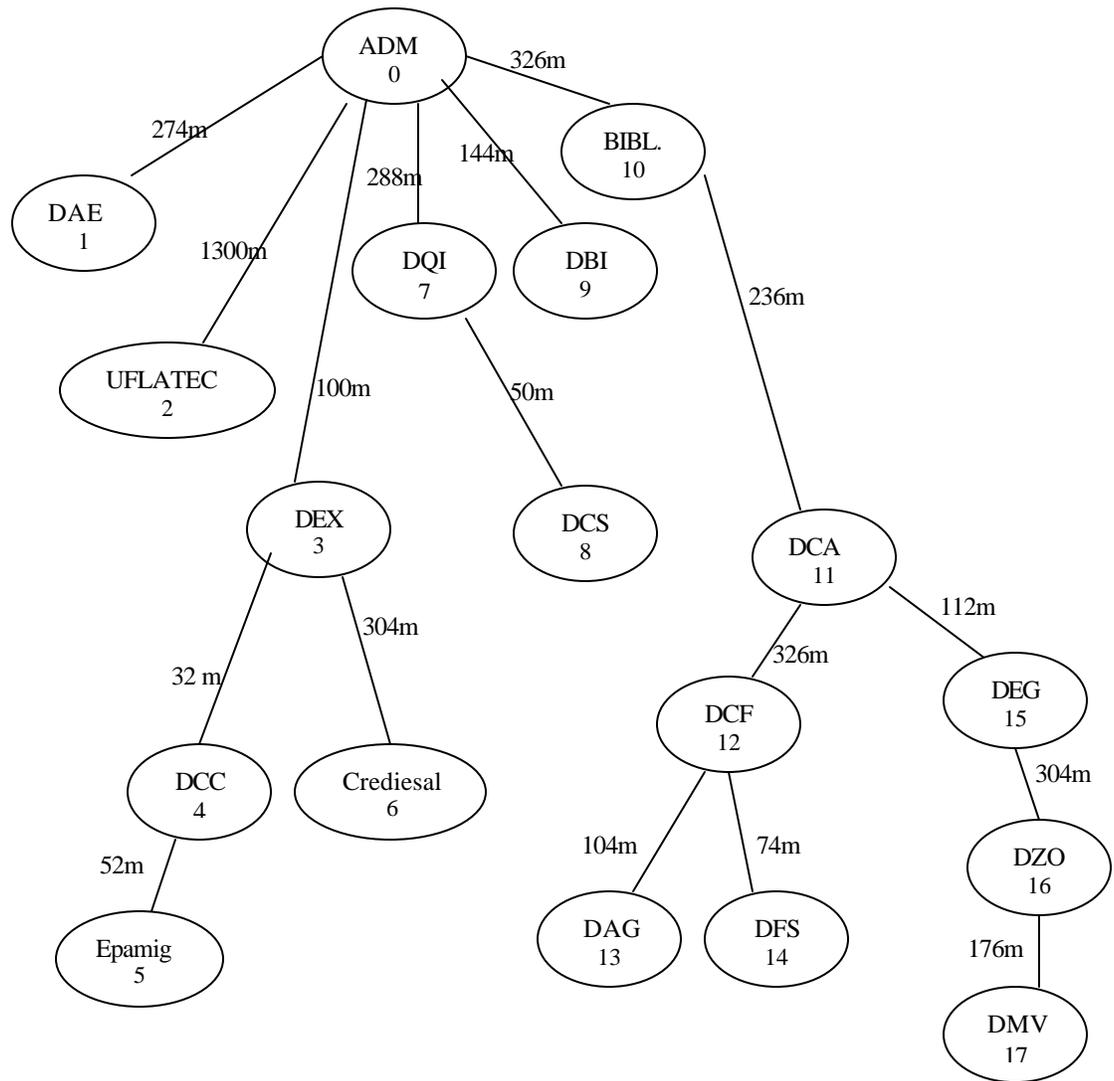


Figura 5: Topologia atual da rede UFLA

A figura está sendo considerada apenas para os departamentos que tem seus próprios servidores, para ver realmente como está a rede atualmente, com departamentos dependentes de outro veja a Figura 9 em anexo.

O meio de transmissão entre os servidores dos departamentos são por fibra optica. Os pesos em cada ramo do grafo da figura 5, equivale a distância da fibra optica de um departamento a outro.

A numeração dos nós não apresenta a ordem de instalação da rede, e sim foi numerado da esquerda para a direita no decorrer do grafo, esta numeração foi colocada para obter ajuda na hora da aplicação da teoria.

4.2 – Levantamento dos Equipamentos da Rede UFLA

Para maiores detalhes das siglas veja em anexo a **Tabela 2**.

Departamentos	Quantidade de Equipamentos		
	HUB	Swith (mbps)	Servidor(es)
ADM	3	1 (10/100)	6
Administração(DAE)	3	1 (10/100)	2
Agricultura (DAG)	5	1 (10/100)	1
Alimento (DCA)	3	1 (10/100)	1
Biblioteca	2	1 (10/100)	1
Biologia (DBI)	4	1 (10/100)	1
Computação(DCC) Exatas(DEX)	8	1 (10/100)	1 DCC 1 DEX
Crediesal	2	1 (10/100)	2
Engenharia (DEG)	5	1 (10/100)	1
Fitopatologia e Entomologia (DFS)	5	1(10/100)	1
Floresta (DCF)	6	1 (10/100)	1
Química (DQI)	4	1 (10/100)	1
Solos (DCS)	4	1 (10/100)	1
Uflatec	2	1 (10/100)	2 (1 – DNS Linux) (1– Gateway Pag.)
Veterinária (DMV)	5	1 (10/100)	1
Zootecnia (DZO)	6	1 (10/100)	1

Tabela 1: Equipamentos da Rede UFLA

Os setores e departamentos que ainda não estão interligados à rede UFLA foram deixados para um projeto futuro por não estarem dretamente influenciados na utilização da rede e por motivos de orçamento. São os seguintes:

- RU (Restaurante Universitário).
- Museu Bi Moreira.

- Setor de Almoxarifado.
- Cooperativa.
- Emater que é acessado por Modem.
- JCF³
- AHC³
- NECAF³

Para uma maior visualização da rede UFLA, veja a Figura 9 e 11.

3 – Veja a tabela 2 em anexo

4.3 - Levantamento do Fluxo que Circula na Rede UFLA

Além do levantamento topológico e de equipamentos, procurou-se em fazer um levantamento do fluxo que circula na rede. O CIN-UFLA, não utilizava ainda nenhum *software* de monitoramento do fluxo. O que se conseguia ver era o total do fluxo da rede pelo *site*: www.redeminas.com.br, o qual não mostra o fluxo de cada usuário da rede UFLA e sim todo fluxo da rede. Com isso, partiu-se para o trabalho de escolha de um sistema que coletasse os dados do fluxo que circula na rede, mas para cada usuário. Após as pesquisas na *Web* e também pela indicação da PLANET (*Planet Technology Corp.*), optou-se a usar no desenvolvimento da monografia o sistema MRTG (*Multi Router Traffic Grapher*).

O MRTG é um software livre que facilita enormemente a tarefa de gerenciar vários tipos de sistema. Apesar de seu foco ser o acompanhamento de componentes de rede através do protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*). SNMP é um protocolo da camada de aplicação que facilita a troca de informação de administração entre dispositivos de rede. É parte do Controle de Transmissão Protocolo de Protocol/Internet (TCP/IP). SNMP permite aos administradores de rede, administrar o desempenho da rede, já que o sistema consegue achar e resolver problemas de rede, e planeja crescimento de rede [8] [9]. Para coletar dados gerados pelo roteador e/ou

servidor, a utilização deste software verifica o funcionamento do computador doméstico ou estação de trabalho, gerando gráficos de utilização on-line em formato html [13], veja a Figura 23 e no site: <http://dzo.ufla.br/mrtg/data>.

A análise visual do gráfico indica picos de utilização, congestionamento e até períodos de quedas [13], mostrando também a média de entrada e saída dos dados.

O MRTG pode ser rodado em qualquer plataforma UNIX ou Windows NT [13]. Por ser gratuito, os criadores do software (Tobias Oetiker e Dave Rand), não oferecem suporte, mas pode-se encontrar respostas das dúvidas nas várias listas de discussões indicadas no *site* e muitos exemplos de como monitorar roteadores e outros equipamentos de rede. O *site*: <http://www.mrtg.org>.

Por estes motivos optou-se pelo MRTG, pois os servidores dos departamentos usam o Sistema Operacional *Linux*, o MRTG é uma ferramenta livre, o que não precisaria de mais gastos com o gerenciamento da rede e também o software que existe no CIN-UFLA que é o SQUID (é um servidor *proxy*, e o SQUID funciona como um “atravessador” entre a conexão do cliente e o servidor, no meio do caminho ele armazena os objetos que foram solicitados e permite que as próximas requisições para os mesmos objetos possam ser respondidas por ele mesmo. Veja a Figura 10 em anexo), o qual não serviu para este trabalho, pois a implementação do mesmo seria muito demorada.

4.4 – Seleção da Proposta

No caso da UFLA, usou-se o Jogo de Árvore Geradora Mínima, pois no grafo associado à rede só tem nós pretos, que são os nós de demanda.

O Núcleo nunca é vazio. Um ponto do núcleo pode ser obtido com a leitura direta do grafo associado à rede cada nó paga o valor do arco que incide no caminho que a liga à raiz é a proposta apresentada por Bird [3] [14] e que denota o valor de Bird.

Pela figura 5 conta-se um total de 17 usuários o que pode levar a formulação de um jogo com 9 jogadores. O núcleo deste jogo seria formado por $2^{17} = 131.072$ restrições. Um número não tão fácil de lidar.

Para os jogos AGM com estruturas eficientes de coalizões, podemos definir e construir Jogos de AGM nas componentes da estrutura. Granot e Huberman (1980) mostram que o núcleo e o *nucleolus* do jogo original são os produtos cartesianos dos núcleos e *nucleolus*, respectivamente, dos jogos induzidos nas componentes da estrutura eficiente de coalizões [3][14].

Para construir p jogos AGM $(N_i; C^i)$ para $i = 1, \dots, p$ tal que o núcleo do jogo $(N; C)$ é o produto cartesiano dos núcleos dos jogos $(N_i; C^i)$ ($i = 1, \dots, p$).

Um outro resultado similar foi obtido para o *nucleolus*, porém, não serve para o valor de *Shapley* de $(N; C)$.

Considerando o caso no qual a matriz de Custo C está relacionada com um grafo de árvore geradora mínima Γ_N , com mais de uma aresta ($p > 1$) incidente ao fornecedor comum.

A restrição de que Γ_N tenha p arcos incidentes no fornecedor 0(zero) é equivalente à existência de uma estrutura eficiente de coalizões $\{N_1, \dots, N_p\}$ no jogo $(N;C)$.

- Na construção da matriz de custo C

$$C_{ij} = \begin{cases} \min \{ C_{ij}, \min_{k \in N_2} \{ C_{ik} \} \} & j = 0, i \in N_1, \\ \min \{ C_{ij}, \min_{k \in N_1} \{ C_{ik} \} \} & j = 0, i \in N_2, \\ C_{ij} & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Para todo $S_i \subset N_i$ ($i=1,2$)

(a) $C^1(S_1) + C^2(S_2) \leq C(S_1 \cup S_2)$ e

(b) $C^1(S_1) + C^2(S_2) \geq C(S_1 \cup S_2)$

$C =$

	1	2	3
0	2	3	2
1		2	3
2			2

Tabela 3: Matriz de custo

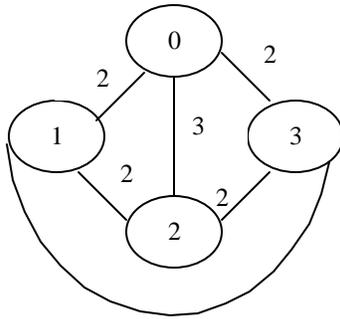


Figura 6: Grafo da Matriz de Custo

AGM do Grafo

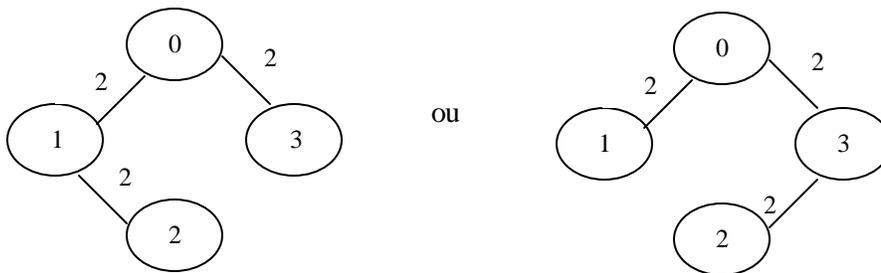


Figura 7: AGM Grafo da Matriz de Custo

Decompondo

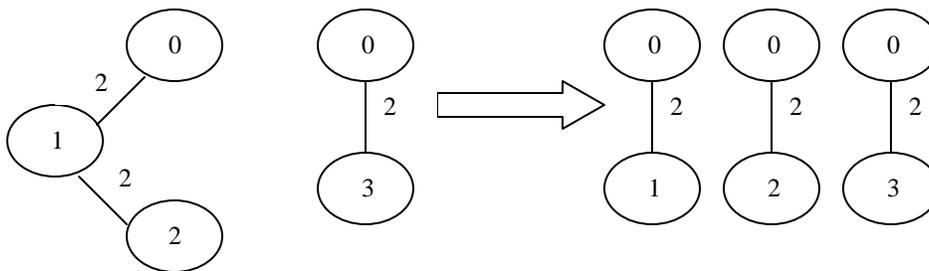


Figura 8: Decomposição da AGM Grafo da Matriz de Custo

$$\begin{aligned}
C(\{1\}) &= C(\{2\}) = C(\{3\}) = 2 \\
C(\{1,2\}) &= C(\{1,3\}) = C(\{2,3\}) = 4 \\
C(\{1,2,3\}) &= 6
\end{aligned}$$

Restrições para o núcleo $X \in \mathbb{R}^n$

$$\begin{aligned}
X_1 &\leq 2 \\
X_2 &\leq 3 \\
X_3 &\leq 2 \\
X_1 + X_2 &\leq 4 \\
X_1 + X_3 &\leq 4 \\
X_2 + X_3 &\leq 4 \\
X_1 + X_2 + X_3 &= 6 \\
X_i &\geq 0 \quad i = 1, \dots, n
\end{aligned}$$

Para o nucleolus:

Verificação da Solução:

Max. e	$X_1 + X_2 + X_3 = 6$
$X_1 + e \leq 2$	$X_1 = 2$
$X_2 + e \leq 3$	$X_2 = 2$
$X_3 + e \leq 2$	$X_3 = 2$
$X_1 + X_2 + e \leq 4$	
$X_1 + X_3 + e \leq 4$	
$X_2 + X_3 + e \leq 4$	

Nota-se que o grafo associado à rede UFLA têm esta propriedade e selecionou-se então a proposta de solução dada pelo cálculo do *nucleolus* dos vários subproblemas encontrados na decomposição.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Definição de problema real de alocação de custos:

O CIN-UFLA que entre outras coisas, é o responsável pelo funcionamento da Rede UFLA, junto aos departamentos da UFLA, disponibilizou o levantamento de alguns dados para serem aplicados ao estudo pretendido. Este foi iniciado por um levantamento da topologia e do funcionamento da rede, incluindo alguns equipamentos e o meio de transmissão, que foram apresentados.

Para a definição dos custos, foi desconsiderado o custo de construção da estrutura, e o custo de manutenção, o que cai no caso de Custos Fixos, que são aqueles que não variam com a quantidade produzida; e têm duração superior ao curto prazo; portanto, sua renovação acontece ao longo prazo [10].

- Custo com o link direto da linha;
- Estrutura física (depreciação dos equipamentos, cabos, equipamentos e os contratos de manutenção destes equipamentos).

Foram desprezados os Custos Variáveis, que são aqueles que variam de acordo com a quantidade produzida; e, cuja duração é igual ou menor que o ciclo de produção (curto prazo) [10].

- Pessoal Contratado (se a rede expande mais pessoal deve ser contratado);
- Mão de Obra;
- Custo de utilização (referente ao fluxo da rede. Se o fluxo está próximo à capacidade da rede, o custo associado a ele deve ser maior que na situação de menos fluxo. Este custo pode se associado à variação da velocidade do fluxo à medida que este varia. Apartir de um valor, que depende da capacidade, quanto maior o fluxo menor a velocidade da rede que este trafega e isso deve ser considerado)

Os resultados são:

Considerando o Jogo AGM, utilizando a matriz de custo C que esta em anexo na Tabela 4, a qual está relacionada com o grafo da rede UFLA (Figura 5).

Para todo X_i , a Tabela 15 em anexo, mostra a que o significado da sigla de cada departamento.

Os resultados obtido junto a decomposição que foi feita na estrutura pode ser vista nas páginas 46 à 52 do anexo.

Como o *nucleolus* do Jogo Cooperativo pode se ver na Tabela 16.

Valor do <i>Nucleolus</i> para cada departamento	Tamanho da Fibra de cada departamento
$X_1=274$	$X_1=274$
$X_2=1300$	$X_2=1300$
$X_3 = 54,70$	$X_3 = 100$
$X_4 = 54,70$	$X_4 = 32$
$X_5 = 74,60$	$X_5 = 52$
$X_6 = 304$	$X_6 = 304$
$X_7 = 169$	$X_7 = 288$
$X_8 = 169$	$X_8 = 50$
$X_9 = 144$	$X_9 = 144$
$X_{10} = 280$	$X_{10} = 326$
$X_{11} = 190$	$X_{11} = 236$
$X_{12} = 158$	$X_{12} = 326$
$X_{13} = 188$	$X_{13} = 104$
$X_{14} = 158$	$X_{14} = 74$
$X_{15} = 190$	$X_{15} = 112$
$X_{16} = 314$	$X_{16} = 304$
$X_{17} =180$	$X_{17} =176$

Tabela 16: Tabela de soluções obtidas.

Nota-se que há uma grande dificuldade na obtenção do *nucleolus* devido ao número exponencial de restrição dos subproblemas. No qual muitas vezes desanima o uso deste procedimento em instâncias com o número de jogadores grande. O que descarta uma vasta gama de problemas encontrados em situações reais. Então, para conseguir se chegar neste resultado foi calculado com Excel, o *nucleolus*, para cada X_i . Se fosse um número pequeno de jogadores conseguira fazer sem ajuda de qualquer programa.

O *nucleolus* foi encontrado com a distância da fibra entre os departamentos, o que pode se ver é que descobriu o valor estrutural da rede de uma melhor forma.

Para um primeira proposta, cada usuário pode pagar o custo da fibra que chegue nele mesmo, o qual se pode ver na Tabela 17.

$X_1=274$
$X_2=1300$
$X_3 = 100$
$X_4 = 32$
$X_5 = 52$
$X_6 = 304$
$X_7 = 288$
$X_8 = 50$
$X_9 = 144$
$X_{10} = 326$
$X_{11} = 236$
$X_{12} = 326$
$X_{13} = 104$
$X_{14} = 74$
$X_{15} = 112$
$X_{16} = 304$
$X_{17} =176$

Tabela 17: Valor de Bird para cada departamento.

Como pode perceber o X_1 , X_2 e X_9 continuaram com os seus respectivos valores em relação a primeira proposta, pois estão ligados diretamente ao usuário 0 (zero) e não existe nenhum outro usuário dependente a eles para se conectarem.

O X_4 e X_5 , aumentaram os seus respectivos valores, devido o custo que X_3 paga para se ligar ao usuário 0 (zero), pois X_4 e X_5 estão ligados a ele. Se não houvesse esta divisão talvez X_3 poderia se sentir insatisfeito por pagar o custo da linha sozinho, pois a mesma é de interesse a X_4 e X_5 . O X_6 ficou com o mesmo valor, pois para ele este valor já é satisfatório e não tem nenhum outro usuário que precisa usar o seu meio de transmissão e sim usar meio de transmissão de X_3 para se conectar.

O custo do X_7 diminuiu, ficando assim mais satisfeito, pois X_8 precisa da sua linha para se conectar e com isso X_8 aumentou seu valor, fazendo assim a divisão de custo entre eles.

O X_{10} diminuiu seu custo, pois os demais X_i (X_{11} , X_{12} , X_{13} , X_{14} , X_{15} , X_{16} , X_{17}), precisam da sua linha para se conectarem, pois se fosse para eles se ligarem direto ou em qualquer outro usuário, não encontrariam um valor de menor custo.

O X_{11} diminuiu, isto é devido ao aumento do custo de X_{13} e X_{14} , pois estes são ligados a X_{12} e necessitam passar por ele ao se conectarem.

6 – CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho, acrescentou-se um conhecimento melhor na área de redes de informação tanto na sua otimização quanto no seu gerenciamento.

A teoria estudada foi a Teoria dos Jogos Cooperativos, pois esta mostra como fazer a otimização na distribuição dos custos e lucros de redes associados a rede de informação.

Estudou-se também uma ferramenta, que dentre outras coisas, gerencia o fluxo que circula na rede, formulando assim gráficos, diário, semanal, mensal e anual. Esta ferramenta está sendo utilizada no CIN-UFLA para obtenção de resultados de picos e quedas na circulação de fluxo na rede UFLA.

Para as várias aproximações para a distribuição dos custos, pôde-se aplicar o *nucleolus* na rede UFLA, pois esta rede tem a estrutura eficiente de coalizão, onde foi possível fazer a aplicação, o que proporcionou a técnica de decomposição fosse utilizada, diminuindo assim o número de restrições de 131.072 (cento e trinta e um mil e setenta dois) para 52. O que se pôde ver com o *nucleolus* é que ele deixou todos os usuários o mais satisfeitos possível, pois proporcionou uma situação em que todos estariam ganhando com a cooperação.

6.1 – Trabalhos Futuros

Para obter um melhor resultado de que cada usuário pague o valor justo, pode se aplicar mais de uma técnica da teoria dos jogos.

No caso particular em que foi aplicado a teoria as conclusões exatas deverão ser feitas após toda a rede pronta, o que ainda não aconteceu na UFLA. No entanto, com a ferramenta MRTG configurada em todos os usuários, poderá verificar o fluxo que circula na rede, para conseguir fazer comparações entre a solução da Teoria e do fluxo, para saber se o usuário está pagando o valor justo, já que quem usa mais nunca deve pagar menos que outro que usa menos para que todos fiquem satisfeitos.

Um outro trabalho seria o de pesquisar melhor a segurança da ferramenta MRTG, para saber se não poderá existir uma abertura, pois com o desenvolvimento deste trabalho não detectou nada que poderia ser inseguro.

Esta documentação poderá ficar armazenada e disponibilizada no CIN-UFLA para maiores consultas e atualizações, o que é de interesse do mesmo.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1]ARAGON, B.C. **Gerenciamento Remoto a Servidores de Redes Locais: Gerenciamento Via Web X Gerenciamento Via Terminal.** Lavras: UFLA, 2001. 76 p. (Monografia - Projeto Orientado).
- [2]GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Otimização Combinatória e programação linear: modelos e algoritmos.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000
- [3]GRANOT, D; HUBERMAN, G. **On the Core and Nucleolus of a Minimum Cost Spanning Tree Games.** Mathematical Programming, 1994. 29:323-347, 1-18.
- [4]<http://mrtg.matrix.com.br> (Disponível em 28 de agosto de 2001).
- [5]<http://penta.ufrgs.br/Joaquim/joca1.html>. Joaquim de Souza - 94/2. **Topologia de redes.** (Disponível em 15 de janeiro de 2002).
- [6] <http://penta.ufrgs.br/Laurence/telec.html>. Laurence Luiz Santi - 94/2. **Topologia de redes.** (Disponível em 15 de janeiro de 2002).
- [7]Internetworking Technologies Handbook 1-58705-001-3. **Introduction to LAN Protocols**, Chapter 2 .
- [8]Internetworking Technologies Handbook 1-58705-001-3. **Simple Network Management Protocol Background**, Chapter 56.
- [9]LARRY, P.L.; BRUCE, D. S. **Computer Networks: a systems approach.** 2nd ed. Morgan Kaufmann Publishers, 2000.
- [10]LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. **Boletim Agropecuário: Custo de Produção do Leite.** Lavras: Editora UFLA, Nº 33 – fevereiro de 2000, p.1 – 42.
- [11] LUNA, H.P.L. **Planejamento de Capacidade, Roteamento e Tarifação em Redes de Comunicação.** Agosto de 1999 a Julho de 2001. (Projeto de Pesquisa)

- [12]MANBER, U. **Introduction to Algorithms - A Creative Approach.** Addison- Wesley, 1989.
- [13]Manual MRTG: <http://www.mrtg.org>. (Disponível em agosto de 2001).
- [14]MOREIRA, R.C. **Estudo dos Problemas de alocação de custos em Redes de Acesso.** Belo Horizonte: UFMG, 2001. 80 p. (Dissertação – Mestrado em Ciências da Computação, Instituto de Ciências Exatas).
- [15]MOREIRA, R.C.; GUESDES, P.G.S.; LUNA, H.P.L. **Estudo dos Problemas de alocação de custos em Redes de Acesso.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, p.1883 – 1899. Viçosa. Anais do XXXII. Viçosa: UFV, 18 – 20 de outubro de 2000.
- [16]SHAPLEY, L.S. **A Value for N-person Games. Contributions to the Theory Of Games**, 2:307-317, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1953.
- [17]TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores, Tradução de: Computer Networks.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.
- [18]TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores Curso Completo.** Rio de Janeiro: Ed. Axcel Books, 2001.

8 – ANEXOS

Siglas para a Topologia e Organograma da Rede UFLA:

ADM: Prédio de Administração
AHC: Pavilhão A.H. Costa do DCS
ALMOX: Almoarifado
BIBL: Biblioteca
BLOCO CIR: Bloco Central do DMV
CENT.TREI: Centro de Treinamento
CREDESAL: Banco Crediesal
CREDESAL2: Banco Crediesal – Prédio 2
DAE1: Departamento de Administração e Economia – Prédio 1
DAE2: Departamento de Administração e Economia – Prédio 2
DAG: Departamento de Agricultura
DAG2: Departamento de Agricultura – Prédio 2
DAG3: Departamento de Agricultura – Prédio 3
DBI: Departamento de Biologia
DCA1: Departamento de Ciências Alimentos – Prédio 1
DCA2: Departamento de Ciências Alimentos – Prédio 2
DCC: Departamento de Ciência da Computação
DCE: Diretório Acadêmico
DCF: Departamento de Ciências Florestais
DCS: Departamento de Solos
DEG1: Departamento de Engenharia – Prédio 1
DEG2: Departamento de Engenharia – Prédio 2
DEG3: Departamento de Engenharia – Prédio 3
DEX: Departamento de Exatas
DFS: Departamento de Fitopatologia e Entomologia
DMV: Departamento de Medicina Veterinária
DQI: Departamento de Química
DZO: Departamento de Zootecnia
DZO2: Departamento de Zootecnia – Prédio 2
EPAMIG: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
FAEPE: Fundação de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão
FISO: Fisiologia do DMV
GRAFICA: Gráfica
HID: Hidráulica
JCF: Pavilhão JCF do DCS
MICROB: Microbiologia do DCS
MUSEU: Museu Bi Moreira
NECAF: Núcleo de Estudos em Café-Cultura

Continuação da tabela de siglas para a Topologia e Organograma.

PARASIT: Parasitologia do DMV
PRAECC: Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis, Comunitários e Culturais
PRED.PRINC: Prédio Principal do DMV
PREF: Prefeitura
RADIO: Rádio Universitária
TV: TV Universitária
UFLATEC: Centro de Tecnologia e Informática

Tabela 2: Siglas da Topologia e do Organograma.

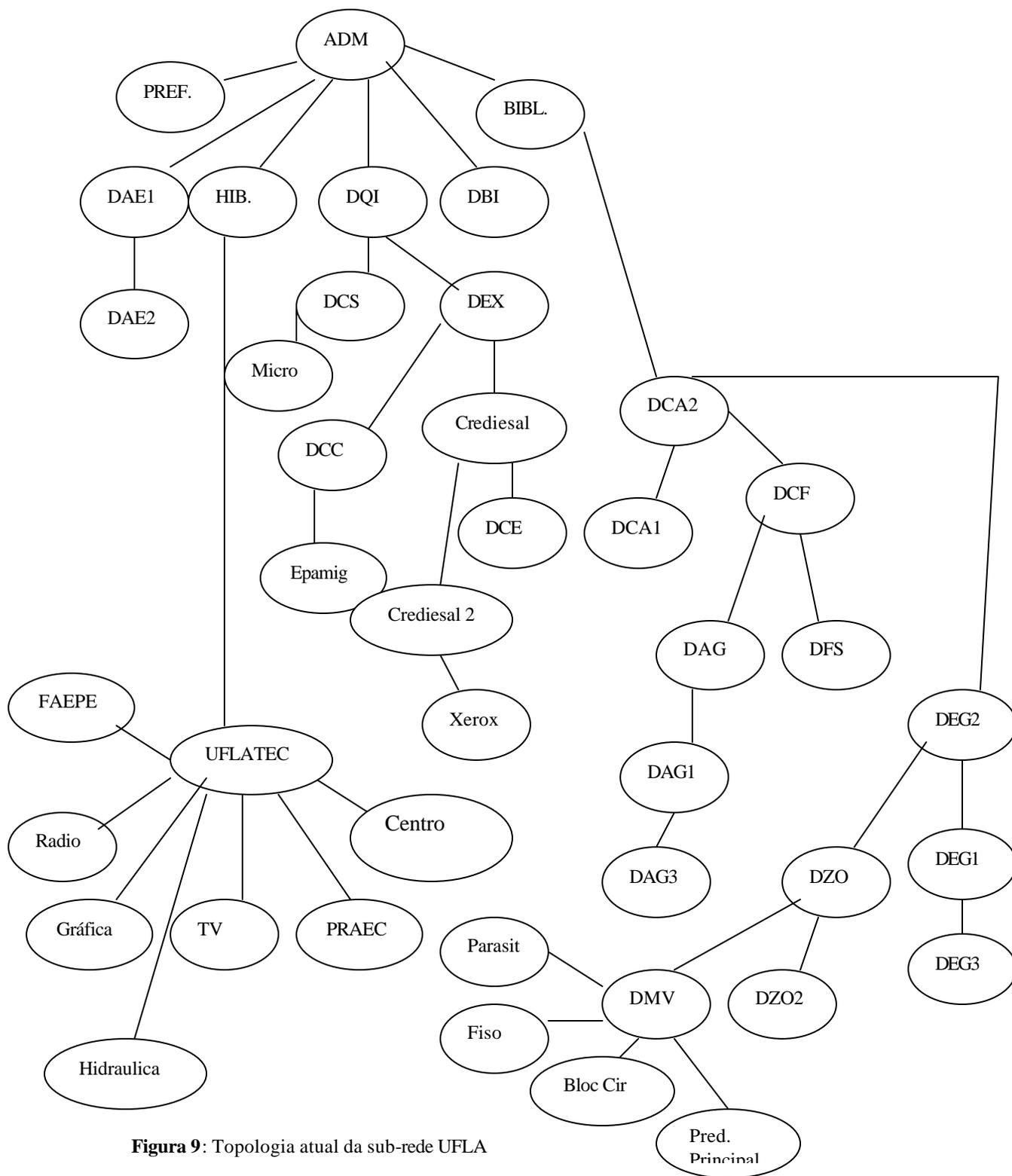


Figura 9: Topologia atual da sub-rede UFLA

ORGANOGRAMA DA REDE UFLA

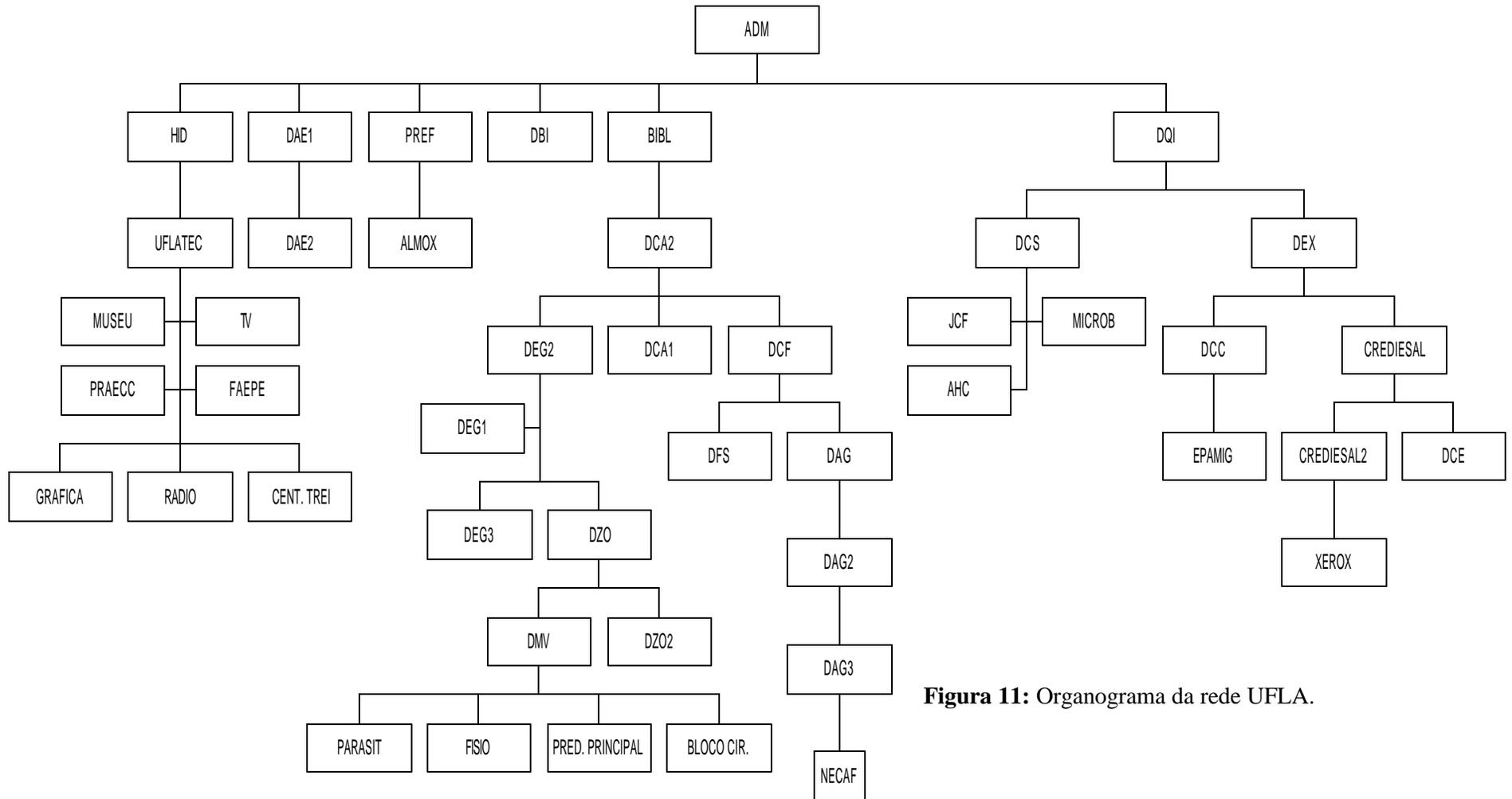


Figura 11: Organograma da rede UFLA.

Tabela de Custo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	274	1300	100	100	100	304	288	288	144	326	326	326	326	326	326	326	326
1		1300	274	274	274	304	288	288	274	326	326	326	326	326	326	326	326
2			1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
3				32	52	304	288	288	144	326	326	326	326	326	326	326	326
4					52	304	288	288	144	326	326	326	326	326	326	326	326
5						304	288	288	144	326	326	326	326	326	326	326	326
6							304	304	304	326	326	326	326	326	326	326	326
7								50	288	326	326	326	326	326	326	326	326
8									288	326	326	326	326	326	326	326	326
9										326	326	326	326	326	326	326	326
10											236	326	326	326	236	304	304
11												380	326	326	112	304	176
12													104	74	326	326	326
13														104	326	326	326
14															326	326	326
15																304	304
16																	176

Tabela 4: Matriz de Custo do Grafo da Rede UFLA

$$N_1 = \{1\}$$

$$C^1$$

	1
0	274

Tabela 5: Matriz de Custo de N_1
 Nucleolus do jogo(N_1, C^1)
 $X_1=274$

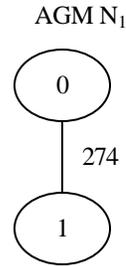


Figura 12: AGM N_1

$$N_2 = \{2\}$$

$$C^2$$

	2
0	1300

Tabela 6: Matriz de Custo de N_2

Nucleolus do jogo(N_2, C^2)
 $X_2=1300$

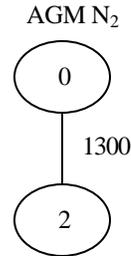


Figura 13: AGM N_2

$$N_3 = \{3,4,5,6\}$$

$$C^3$$

	3	4	5	6
0	100	100	100	304
3		32	52	304
4			52	304
5				304

Tabela 7: Matriz de Custo de N_3

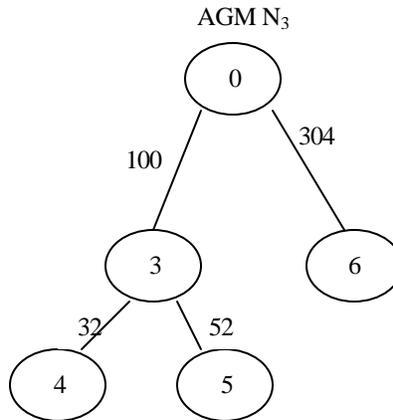


Figura 14: AGM N_3

$$N_{3,1} = \{6\}$$

$$C^{3,1}$$

	6
0	304

Tabela 8: Matriz de Custo de $N_{3,1}$

Nucleolus do jogo($N_{3,1}, C^{3,1}$)
 $X_6 = 304$

AGM $N_{3,1}$

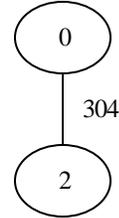


Figura 15: AGM $N_{3,1}$

$$N_{3,2} = \{3, 4, 5\}$$

$$C^{3,2}$$

	3	4	5
0	100	100	100
3		32	52
4			52

Tabela 9: Matriz de Custo de $N_{3,2}$

$$X_3 + X_4 + X_5 = 184$$

$$X_3 \leq 100$$

$$X_4 \leq 100$$

$$X_5 \leq 100$$

Nucleolus do jogo($N_{3,2}, C^{3,2}$)
 $X_3 = 54,70$
 $X_4 = 54,70$
 $X_5 = 74,60$

AGM $N_{3,2}$

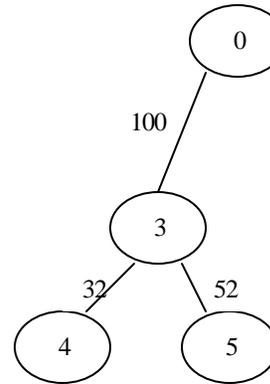


Figura 16: AGM $N_{3,2}$

$$N_4 = \{7,8\}$$

$$C^4$$

	7	8
0	288	288
7		50

Tabela 10: Matriz de Custo de N_4

$$X_7 \leq 288$$

$$X_8 \leq 288$$

$$X_7 + X_8 = 388$$

Nucleolus do jogo(N_4, C^4)

$$X_7 = 169$$

$$X_8 = 169$$

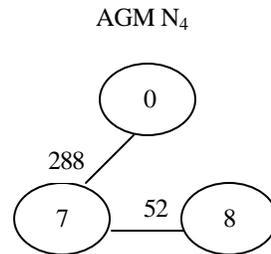


Figura 17: AGM N_4

$$N_5 = \{9\}$$

$$C^5$$

	9
0	144

Tabela 11: Matriz de Custo de N_5

Nucleolus do jogo(N_5, C^5)

$$X_9 = 144$$

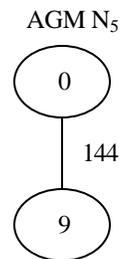


Figura 18: AGM N_5

$$N_6 = \{10,11,12,13,14,15,16,17\}$$

$$C^6$$

	10	11	12	13	14	15	16	17
0	326	326	326	326	326	326	326	326
10		236	326	326	326	236	304	304
11			326	326	326	112	304	304
12				104	74	326	326	326
13					104	326	326	326
14						326	326	326
15							304	304
16								176

Tabela 12: Matriz de Custo de N_6

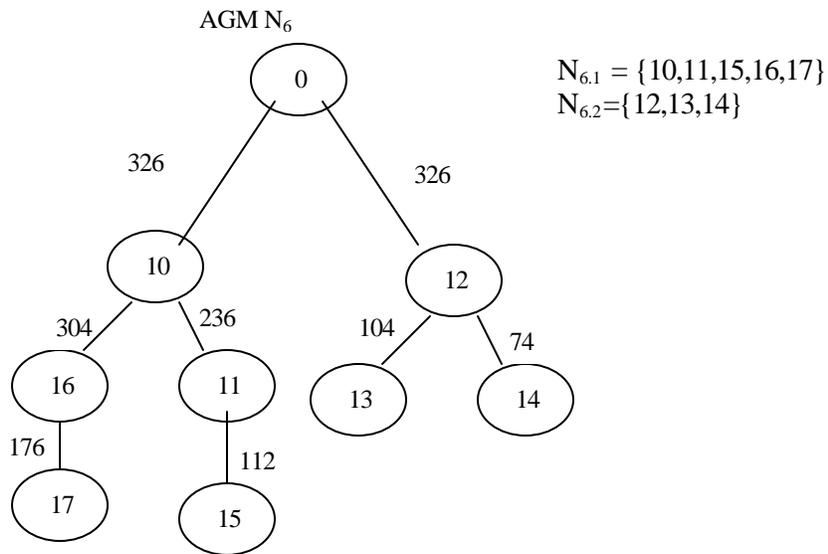


Figura 19: AGM N_6

$$N_{6,1} = \{10,11,15,16,17\}$$

$$C^{6,1}$$

	10	11	15	16	17
0	326	326	326	326	326
10		236	236	304	304
11			112	304	304
15				304	304
16					176

Tabela 13: Matriz de Custo de $N_{6,1}$

$$X_{10} \leq 326$$

$$X_{11} \leq 326$$

$$X_{15} \leq 326$$

$$X_{16} \leq 326$$

$$X_{17} \leq 326$$

$$X_{10} + X_{11} + X_{15} + X_{16} + X_{17} = 1154$$

Nucleolus do jogo($N_{6,1}, C^{6,1}$)

$$X_{10} = 280$$

$$X_{11} = 190$$

$$X_{15} = 190$$

$$X_{16} = 314$$

$$X_{17} = 180$$

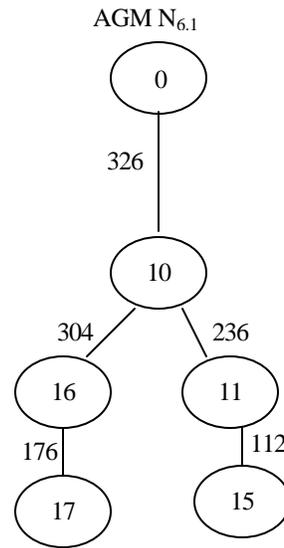


Figura 20: AGM $N_{6,1}$

$$N_{6,2} = \{12, 13, 14\}$$

$$C^{6,2}$$

	12	13	14
0	326	326	326
12		104	74
13			104

Tabela 14: Matriz de Custo de $N_{6,2}$

$$X_{12} \leq 326$$

$$X_{13} \leq 326$$

$$X_{14} \leq 326$$

$$X_{12} + X_{13} + X_{14} = 504$$

Nucleolus do jogo $(N_{6,2}, C^{6,2})$

$$X_{12} = 158$$

$$X_{13} = 188$$

$$X_{14} = 158$$

$$C(N) = \sum X_i = 4.256$$

$$X_1 = 274$$

$$X_2 = 1300$$

$$X_3 = 54,70$$

$$X_4 = 54,70$$

$$X_5 = 74,60$$

$$X_6 = 304$$

$$X_7 = 169$$

$$X_8 = 169$$

$$X_9 = 144$$

$$X_{10} = 280$$

$$X_{11} = 190$$

$$X_{12} = 158$$

$$X_{13} = 188$$

$$X_{14} = 158$$

$$X_{15} = 190$$

$$X_{16} = 314$$

$$X_{17} = 180$$

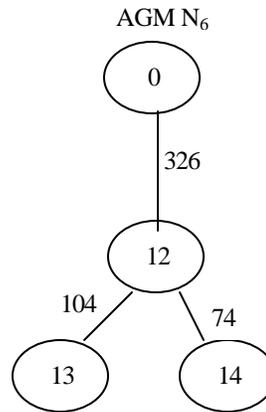


Figura 21: AGM $N_{6,2}$

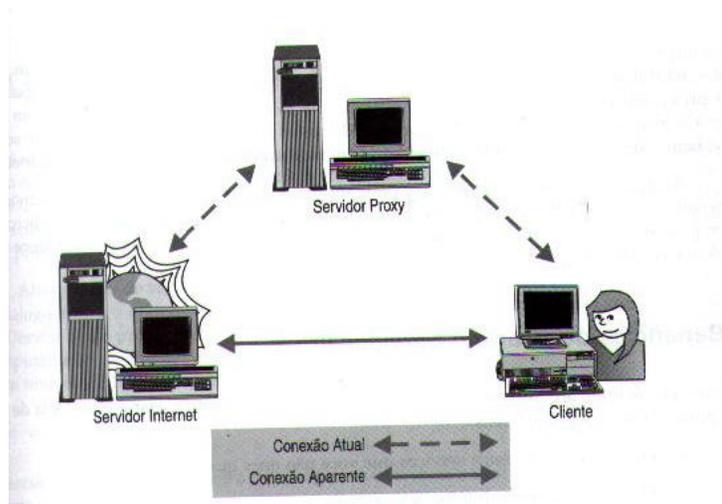


Figura 10: Servidor *Proxy*

Tabela de nomes do X_i

$X_0 \rightarrow$ ADM
$X_1 \rightarrow$ DAE
$X_2 \rightarrow$ UFLATEC
$X_3 \rightarrow$ DEX
$X_4 \rightarrow$ DCC
$X_5 \rightarrow$ EPAMIG
$X_6 \rightarrow$ CREDESAL
$X_7 \rightarrow$ DQI
$X_8 \rightarrow$ DCS
$X_9 \rightarrow$ DBI
$X_{10} \rightarrow$ BIBLI.
$X_{11} \rightarrow$ DCA
$X_{12} \rightarrow$ DCF
$X_{13} \rightarrow$ DAG
$X_{14} \rightarrow$ DFS
$X_{15} \rightarrow$ DEG
$X_{16} \rightarrow$ DZO
$X_{17} \rightarrow$ DMV

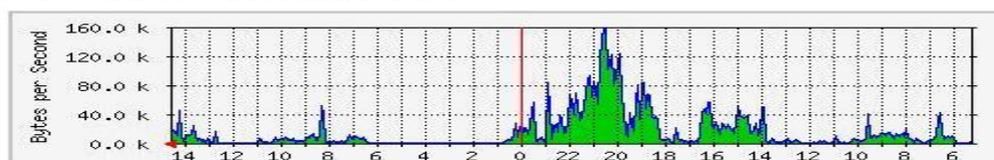
Tabela 15: Nome dos X_i , sendo $i=(0 \text{ à } 17)$

Traffic Analysis for 2 -- dzo.ufla.br

System: Departamento de Zootecnia (DZO)
Maintainer: jerusa@comp.ufla.br
Description: Universidade Federal de Lavras (UFLA)
ifType: ethernetCsmacd (6)
ifName:
Max Speed: 1250.0 kBytes/s
Ip: 200.131.250.110 (dzo.ufla.br)

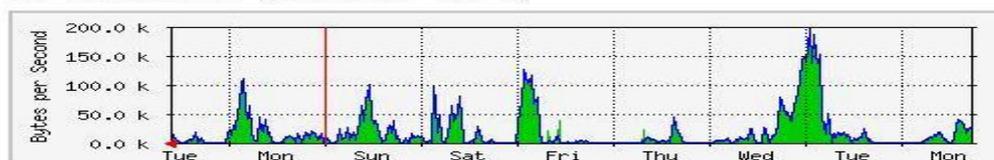
Última atualização das estatísticas: **Terça, 19 de Março de 2002 às 14:40**,
nesta hora 'dzo.ufla.br' estava online por **8:15:29**.

Gráfico 'Diário' (5 minutos - média)



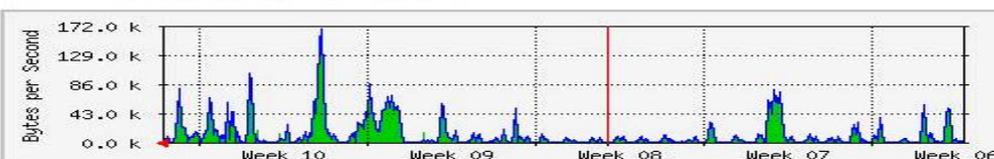
Máx Ent: 158.6 kB/s (12.7%) Média Ent: 16.2 kB/s (1.3%) Atual Ent: 16.5 kB/s (1.3%)
Máx Sai: 159.1 kB/s (12.7%) Média Sai: 15.5 kB/s (1.2%) Atual Sai: 15.6 kB/s (1.2%)

Gráfico 'Semanal' (30 minutos - média)



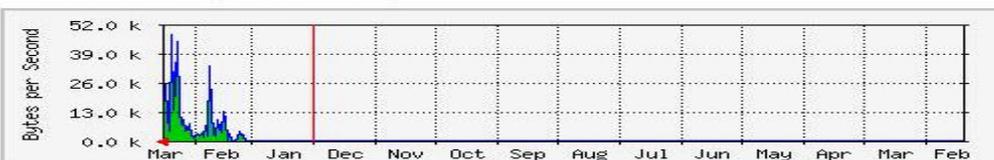
Máx Ent: 195.8 kB/s (15.7%) Média Ent: 19.5 kB/s (1.6%) Atual Ent: 18.8 kB/s (1.5%)
Máx Sai: 196.6 kB/s (15.7%) Média Sai: 18.8 kB/s (1.5%) Atual Sai: 17.6 kB/s (1.4%)

Gráfico 'Mensal' (2 horas - média)



Máx Ent: 168.0 kB/s (13.4%) Média Ent: 12.3 kB/s (1.0%) Atual Ent: 2117.0 B/s (0.2%)
Máx Sai: 168.3 kB/s (13.5%) Média Sai: 11.7 kB/s (0.9%) Atual Sai: 1178.0 B/s (0.1%)

Gráfico 'Anual' (1 dia - média)



Máx Ent: 48.1 kB/s (3.9%) Média Ent: 9700.0 B/s (0.8%) Atual Ent: 20.5 kB/s (1.6%)
Máx Sai: 47.6 kB/s (3.8%) Média Sai: 9161.0 B/s (0.7%) Atual Sai: 20.4 kB/s (1.6%)

Figura 23: Gráfico gerado pelo MRTG