

CAPÍTULO 4- Estudo de Casos

4.1 – ALOCAÇÃO DE CANAL FIXA UNIFORME (FUCA)

Para a análise de desempenho da rede móvel celular, de acordo com os parâmetros de Qualidade de Serviço (QoS) apresentados no capítulo 2, utilizou-se o modelo hipotético da figura 4.1, que é constituído por 21 células hexagonais de mesmo tamanho, contendo 7 células por cluster. A razão de chegada de chamadas por hora (cham/hora), que buscam o sistema, está indicada dentro de cada célula, onde as células com a mesma razão de chegada de chamadas apresentam a mesma cor. O tempo médio de duração de uma chamada é 2 minutos. Na figura 4.2 é mostrado como esse modelo hipotético é representado no CELTRA, o roteiro usado no preenchimento de cada campo da área de planejamento do ambiente foi descrito no capítulo anterior. Uma vez preenchido os campos relativos ao projeto da rede, é calculado o número de canais necessários para cada célula obedecendo ao Grau de Serviço (GOS) de 2%. Nesse caso o número de canais por célula é 10, pois é usada a FUCA.

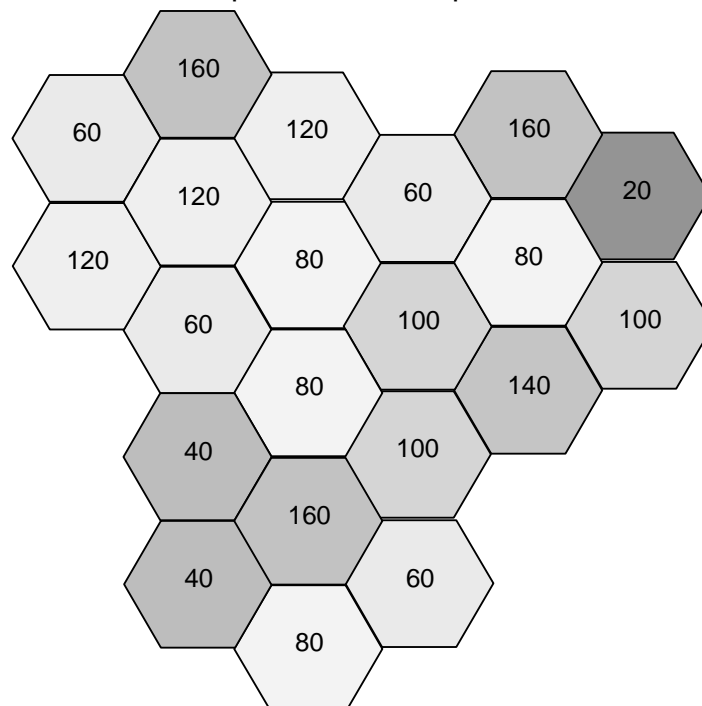


Figura 4.1. Modelo Celular.

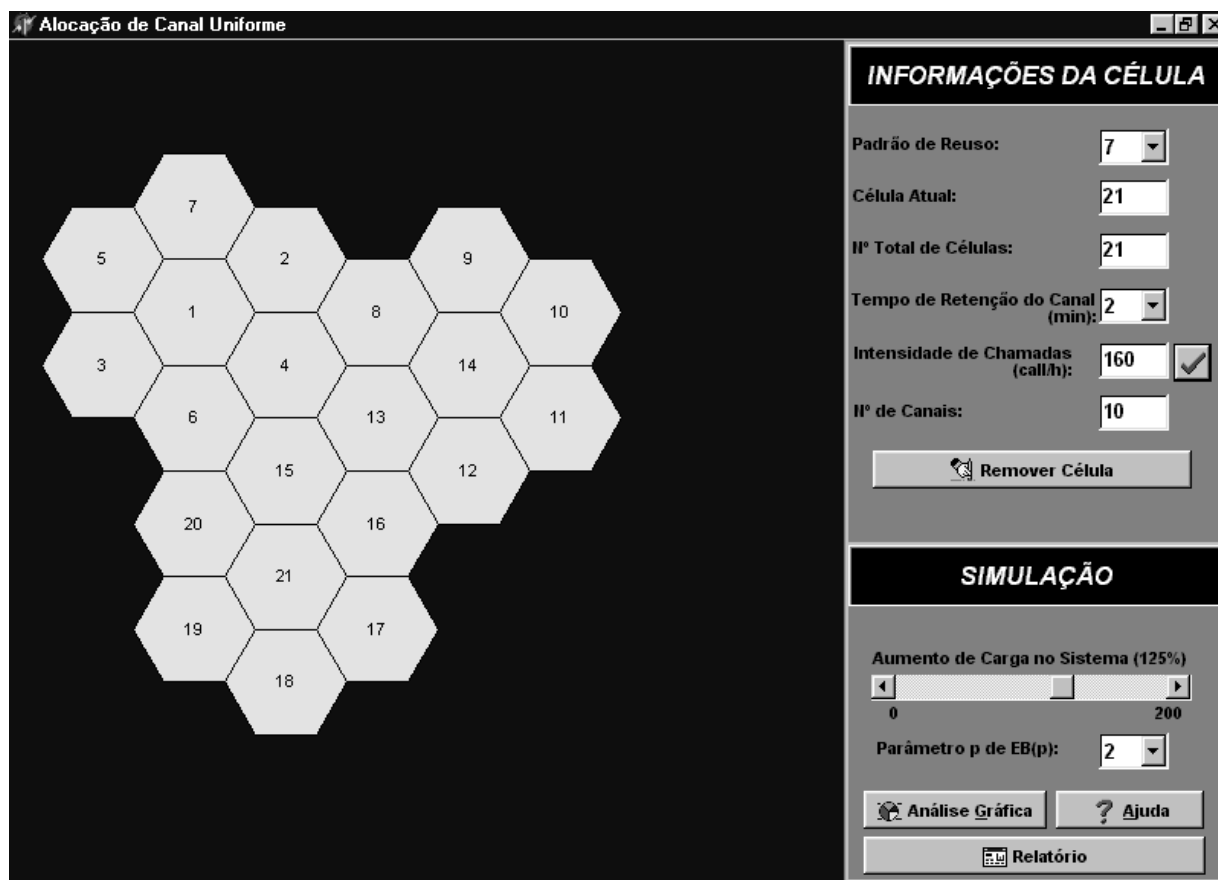


Figura 4.2. Ambiente do Software CELTRA.

Na sub-área Simulação, contida na área de planejamento do CELTRA, o aumento de carga percentual ao qual o sistema foi submetido para a sua análise de desempenho foi de 125%. Estabeleceu-se como o parâmetro do Desvio de serviço, “p”, o valor de dois, para poder efetivar a simulação.

As figuras 4.3 e 4.4, mostram o desempenho do sistema considerando a probabilidade global de bloqueio e a probabilidade de bloqueio versus percentagem de aumento de carga, respectivamente. Na figura 4.3, nota-se que a probabilidade global de bloqueio representa o comportamento geral do sistema. Por outro lado, observa-se na figura 4.4, o comportamento da rede célula-a-célula em relação a probabilidade de bloqueio.

Como é considerada a FUCA a rede é superdimensionada, pois esse algoritmo aloca para cada célula o maior número de canais da rede. Assim, algumas células da rede apresentam sua probabilidade de bloqueio muito pequena, diminuindo dessa

forma a probabilidade de bloqueio global. Então se observa que as células 10, 19 e 20 com razão de chegada de chamadas de 20, 40 e 40 cham/hora, respectivamente, possuem a probabilidade de bloqueio aproximadamente igual a 0% para o aumento percentual de carga correspondente a 125%. Isso também ocorre com as células 5, 6, 8 e 17 que apresentam razão de chegada de chamadas de 60 cham/hora e probabilidade de bloqueio de aproximadamente igual a 1% para o mesmo aumento percentual de carga. As outras células 4, 14, 15 e 18 com 80 cham/hora e 11, 13 e 16 com 100 cham/hora, mesmo superdimensionadas degradam a QoS de 2%, pois apresentam a probabilidade de bloqueio 4% e 10%, respectivamente, para o aumento de carga ao qual foi submetido a rede.

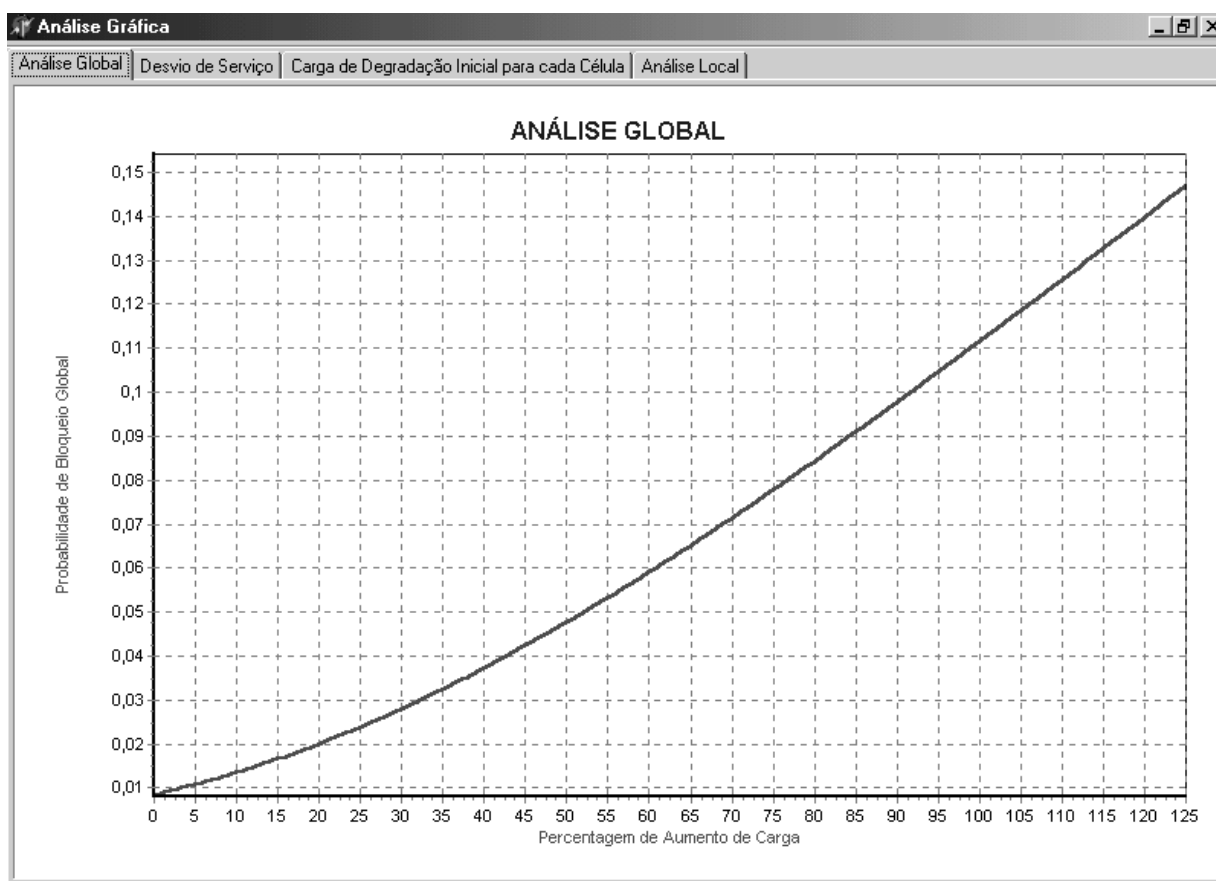


Figura 4.3 – Probabilidade global de bloqueio de uma nova chamada versus percentagem de aumento de carga (FUCA)

Todas essas células mencionadas até o momento estão abaixo da probabilidade global de bloqueio igual a 14,5% para o aumento percentual de carga correspondente a 125%. Em contrapartida, como pode ser visto nas figuras 4.3 e 4.4, para esse valor de aumento de carga as células 1, 2, 3, 12, 7, 9 e 21 que possuem 120 cham/hora, 120 cham/hora, 120 cham/hora, 140 cham/hora, 160 cham/hora, 160 cham/hora e 160 cham/hora, respectivamente, estão acima desse valor da probabilidade global de bloqueio pois apresentam probabilidades de bloqueio de 16%, 16%, 16%, 23,5%, 30%, 30% e 30%, respectivamente. Portanto, nota-se que pelos valores apresentados essas células degradam consideravelmente a QoS.

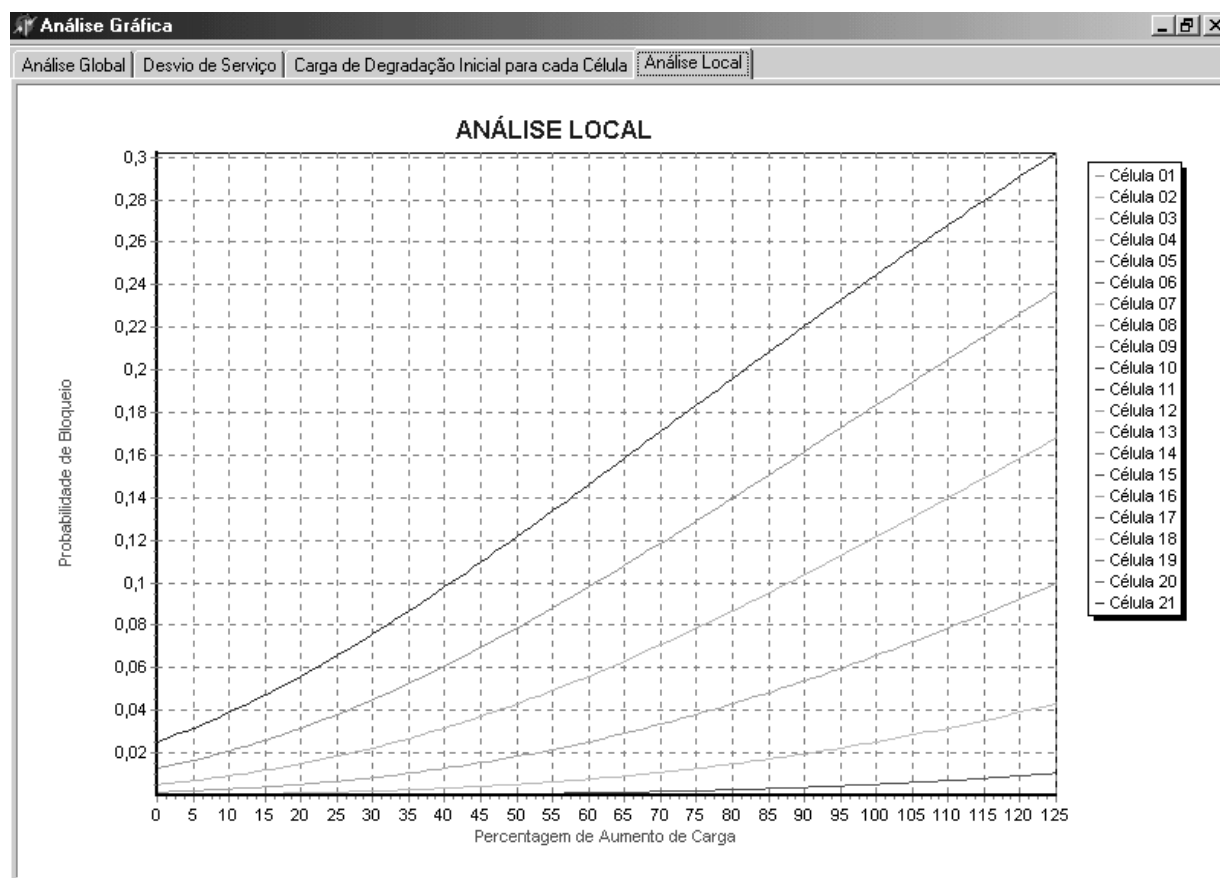


Figura 4.4 – Probabilidade de bloqueio de uma nova chamada por célula versus percentagem de aumento de carga (FUCA)

A figura 4.5, mostra o Desvio de Serviço calculado conforme a equação (2.8) para o valor de “p” igual a 2. Ela revela que a célula que inicialmente começa a degradar a QoS é aquela com maior razão de tráfego, que no modelo hipotético considerado é a célula com razão de chegada de chamadas de 160 cham/hora. A indicação dessa degradação é o momento em que o Desvio de Serviço se torna diferente de zero. A degradação da QoS é então seguida pela célula com 140 cham/hora e assim por diante até a célula com menor razão de chegada de cham/hora. Isso acontece porque se utilizou a FUCA, ou seja, todas as células têm a mesma quantidade de canal.

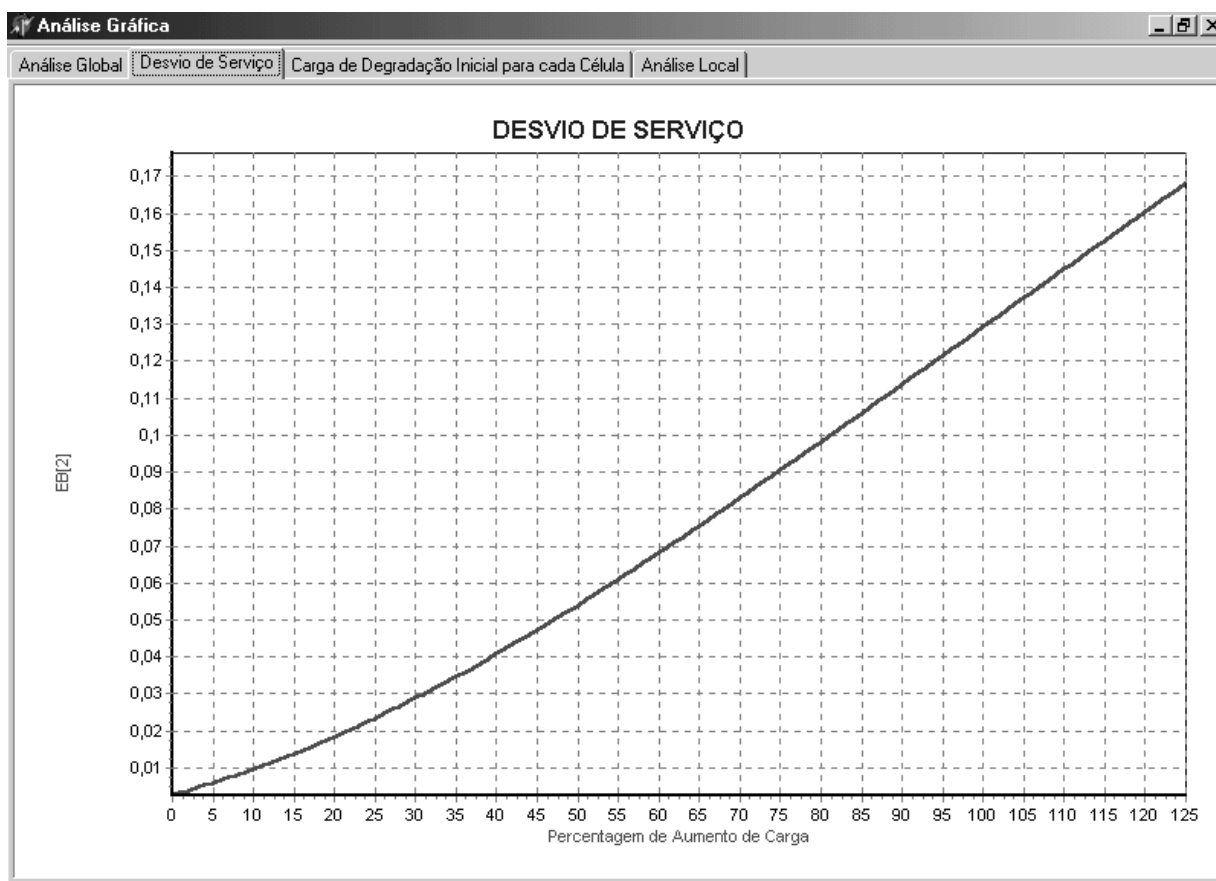


Figura 4.5 – Desvio de Serviço versus percentagem de aumento de carga (FUCA)

As barras na figura 4.6, indicam a partir de que valor da percentagem de aumento de carga cada célula da rede começa a degradar a QoS. Como ocorre com as células 7, 9 e 21 que começam a degradar a partir de 0%, enquanto que a célula 12 começa a degradar a partir de 9%, as células 1, 2, e 3 degradam a partir de 28%, as células 11, 13 e 16 degradam a partir de 53% e as células 4, 14, 15 e 18 começam a degradar somente a partir de 91% , com relação as demais células, ou seja, as células 5, 6, 8, 10, 17, 19 e 20 se sabe apenas que as mesmas não degradam até um aumento percentual de carga de 125%, não podendo se afirmar mais nada com relação as mesmas a partir deste valor de aumento percentual.

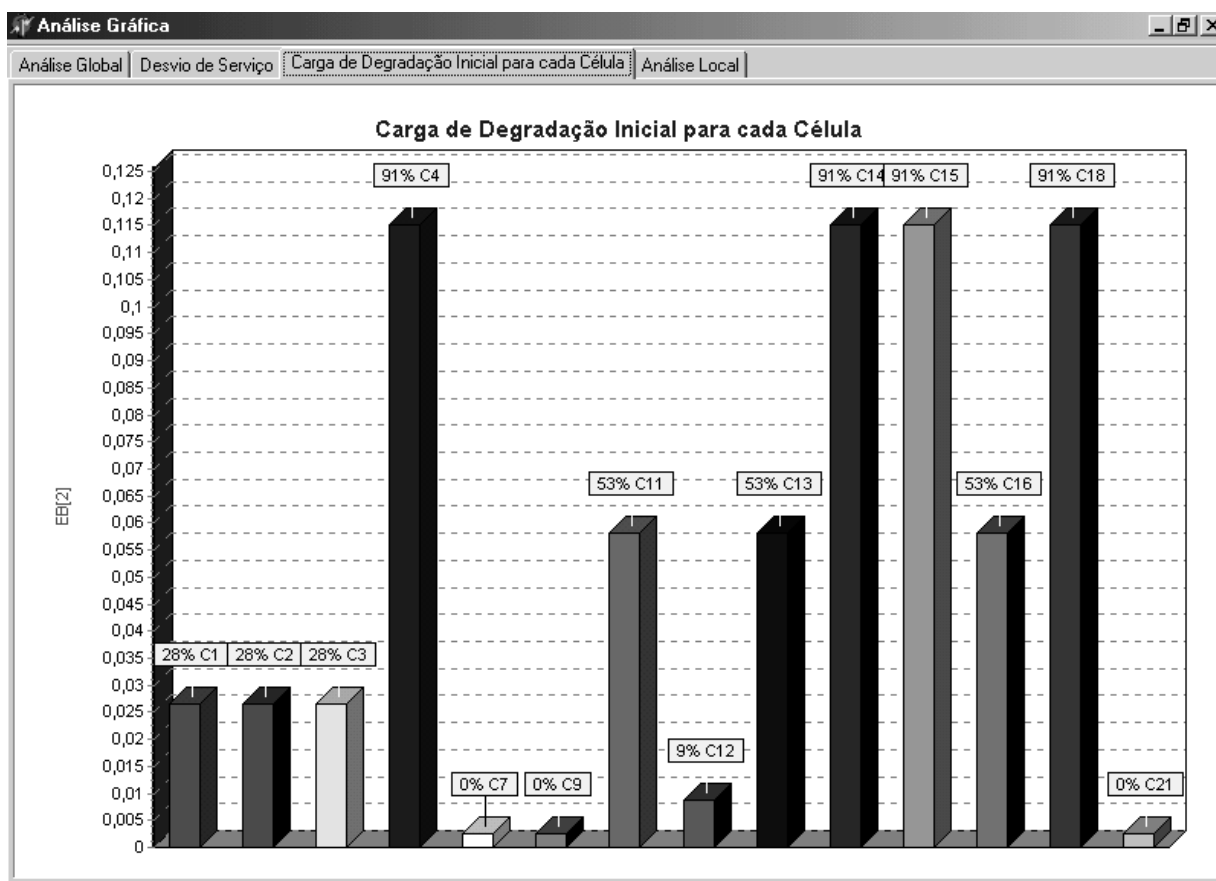


Figura 4.6 – Carga de Degradação Inicial para cada célula (FUCA)

Nas figuras 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10 é mostrado como o relatório do CELTRA dispõe, em três páginas, todas as informações sobre o projeto. A figura 4.7 exibe a primeira

página do relatório em *zoom* ajustado para aparecer todo o conteúdo da página, nela é mostrada a área gráfica do CELTRA que pode ser melhor visualizada na figura 4.8, que está mostrada com *zoom* de largura, que é maior que o *zoom* ajustado e menor que o *zoom* de 100%, esse também é oferecido no relatório como um dos tipos de visualização. O padrão de reuso das frequências e o tempo de retenção do canal utilizado no projeto, bem como o aumento percentual de carga ao qual o sistema foi submetido.

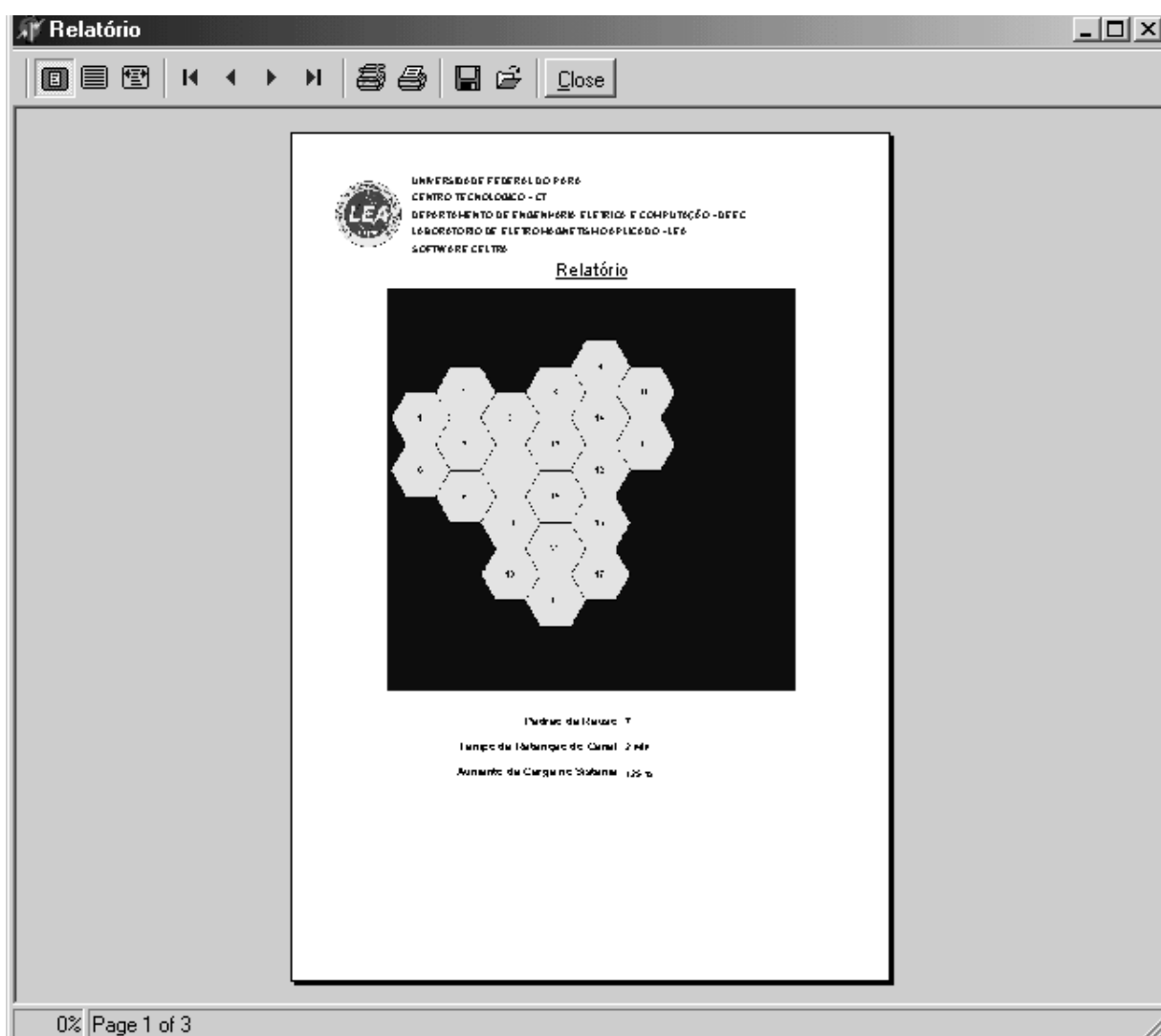


Figura 4.7 – Relatório do CELTRA (FUCA)

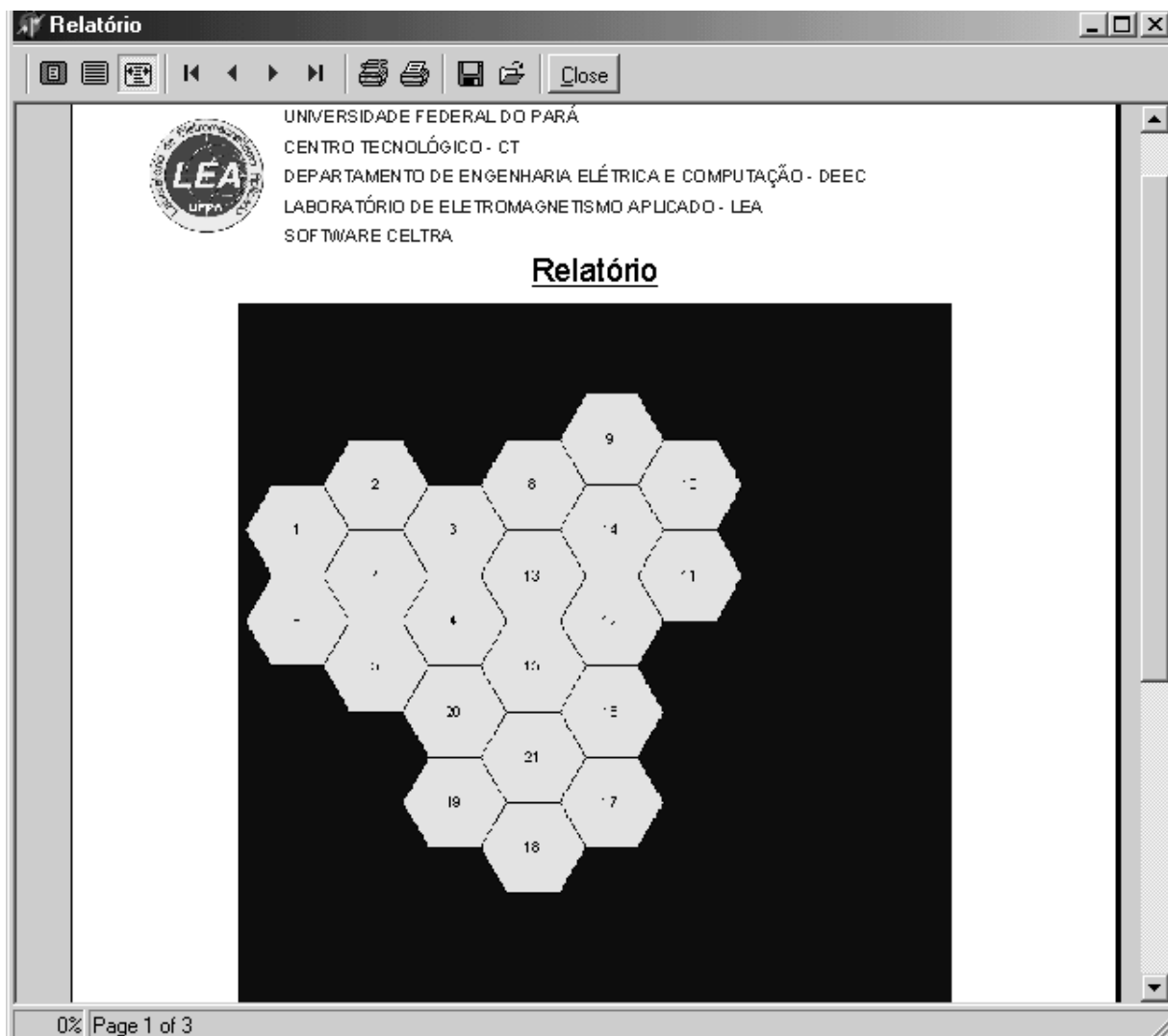
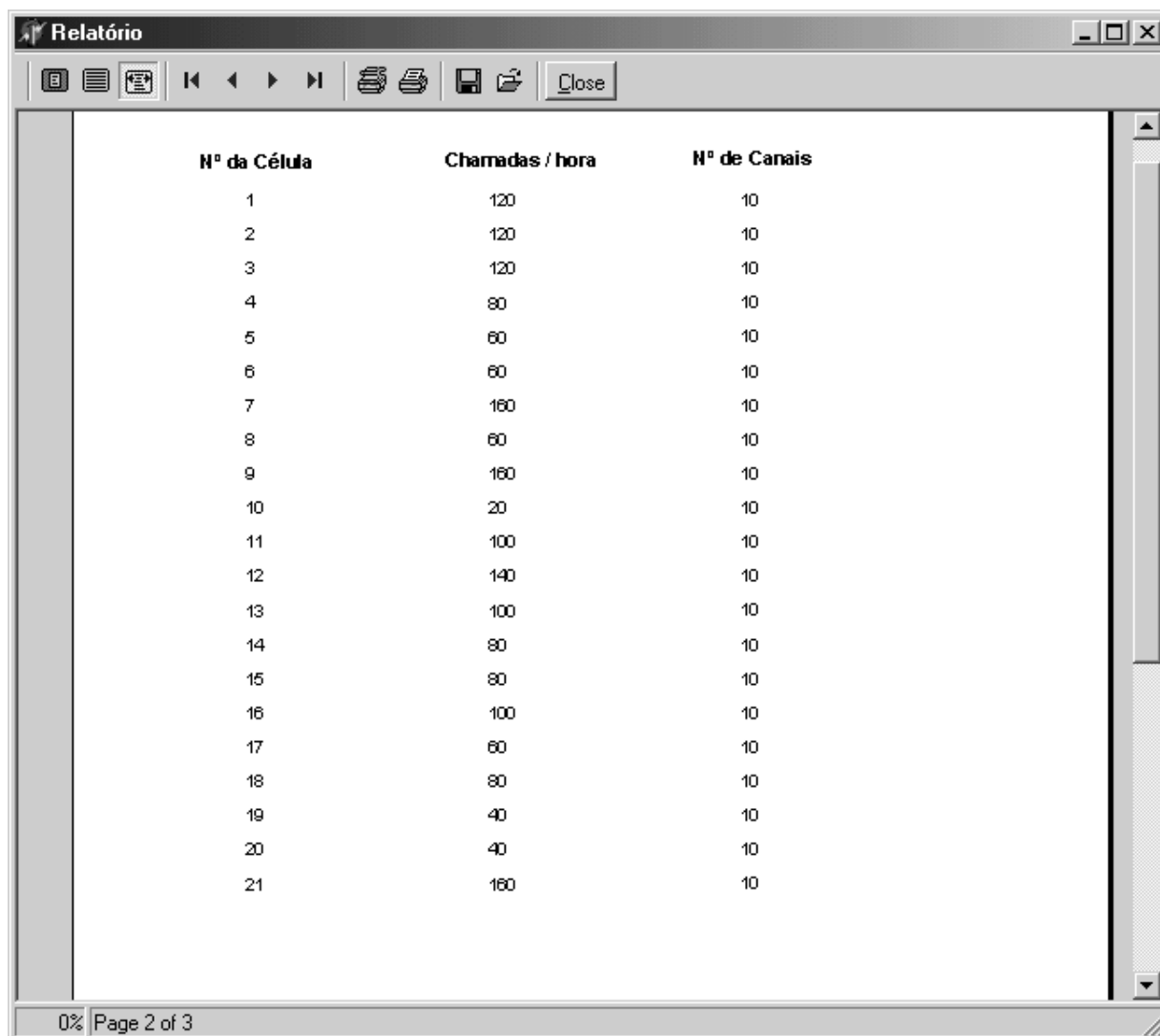


Figura 4.8 – Primeira página do Relatório do CELTRA (FUCA)

A figura 4.9 mostra a segunda página do relatório, onde são exibidas todas as células do sistema com suas respectivas razão de chegada de chamadas por hora e o número de canais necessários para cada célula obedecendo ao GOS de 2%, que nesse caso são 10 canais por célula, pois como mencionado anteriormente está sendo utilizada a FUCA. A figura 4.10 mostra a terceira e última página do relatório, onde são exibidos os gráficos dos parâmetros de QoS versus percentagem de aumento de carga, de acordo com o algoritmo citado no capítulo anterior, bem como o da carga de degradação inicial para cada célula.



Nº da Célula	Chamadas / hora	Nº de Canais
1	120	10
2	120	10
3	120	10
4	80	10
5	60	10
6	60	10
7	160	10
8	60	10
9	160	10
10	20	10
11	100	10
12	140	10
13	100	10
14	80	10
15	80	10
16	100	10
17	60	10
18	80	10
19	40	10
20	40	10
21	160	10

Figura 4.9 – Segunda página do relatório do CELTRA (FUCA)

O relatório gerado pelo CELTRA é um arquivo do tipo *Quick Report* e pode ser visualizado por qualquer programa que suporte a extensão QRP. Ele é de grande utilidade, pois o mesmo pode ser principalmente impresso ou salvo, viabilizando assim a possibilidade de uma posterior análise de desempenho da rede. Os atalhos de zoom, navegação nas páginas, configuração da impressora, salvar e abrir o arquivo, e fechar o relatório se encontram na barra de ferramentas do próprio relatório, como mostrado na 4.10.

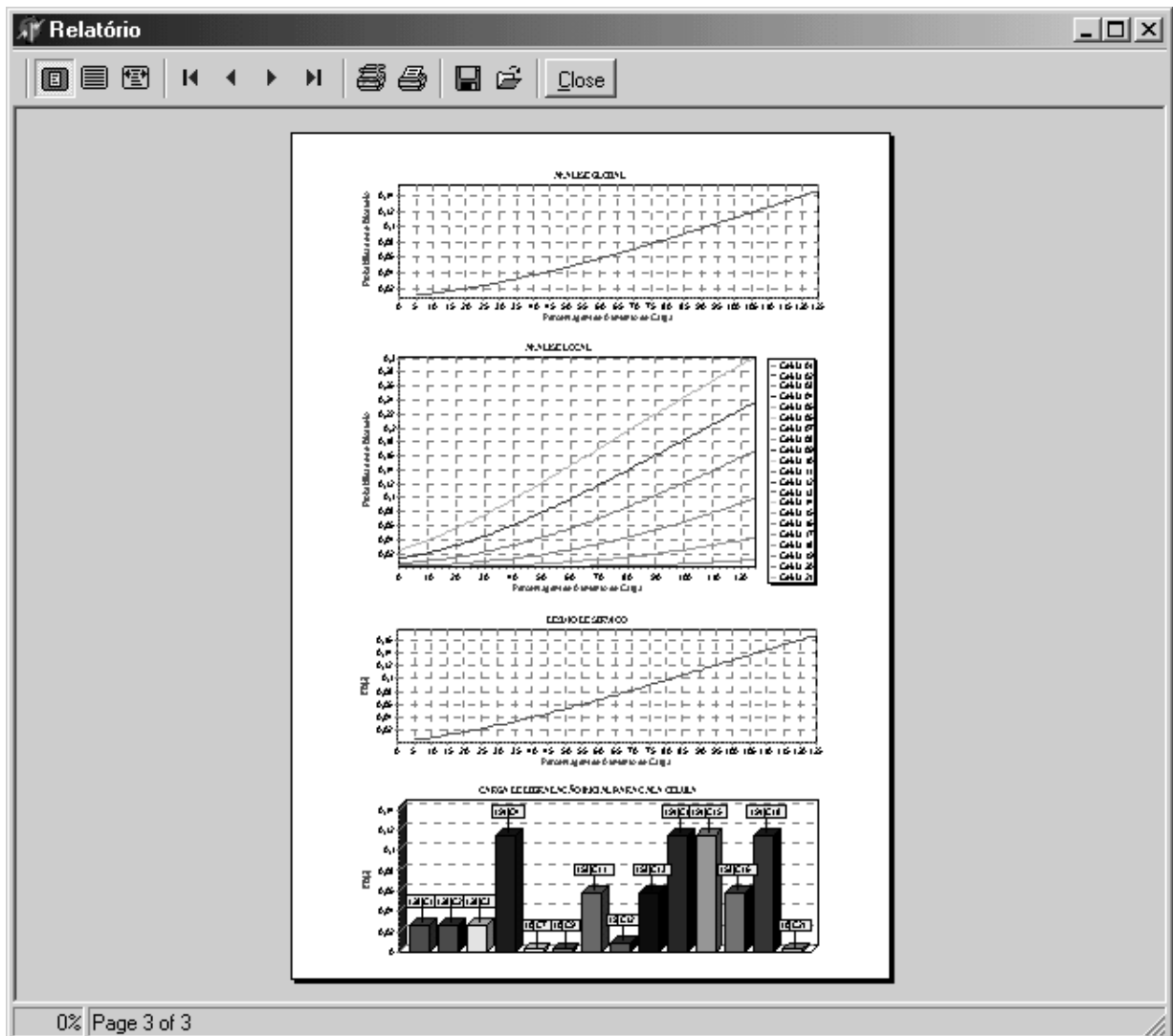


Figura 4.10 – Terceira página do relatório do CELTRA (FUCA)

4.2 – ALOCAÇÃO DE CANAL FIXA NÃO UNIFORME (FNCA)

Nesta seção é feita a análise de desempenho da rede usando a mesma configuração de rede da figura 4.1. Entretanto, é usada a FNCA que aloca a quantidade de canais em cada célula de acordo com a demanda de tráfego, o que resulta em uma otimização do uso dos recursos de rádio da rede. Então as figuras 4.11 e 4.12, mostram o desempenho do sistema considerando a probabilidade global de bloqueio e a

probabilidade de bloqueio versus percentagem de aumento de carga, respectivamente, como feito na seção 4.1.

Pode-se observar, através da figura 4.11, que para um percentual de aumento de carga igual a 125% a probabilidade global de bloqueio, que no caso da seção 4.1 é de aproximadamente 14.5%, nesse caso onde é utilizada a FNCA a probabilidade global de bloqueio é aproximadamente igual a 22%. Isso ocorre porque a quantidade de canais em cada célula é alocada de acordo com a demanda de tráfego. Assim, as células já se encontram próximas aos seus níveis de saturação, como pode ser observado na figura 4.12. Nessa mesma figura, observa-se que usando a FNCA a célula 10, 19 e 20 com 20 cham/hora, 40 cham/hora e 40 cham/hora, respectivamente, possuem a probabilidade de bloqueio igual a 13%, 11% e 11%, respectivamente, para o percentual de aumento de carga igual a 125%. Por outro lado, essas mesmas células usando a FUCA, como mostrado na seção anterior apresentavam a probabilidade de bloqueio igual a 0% para esse mesmo aumento de carga.

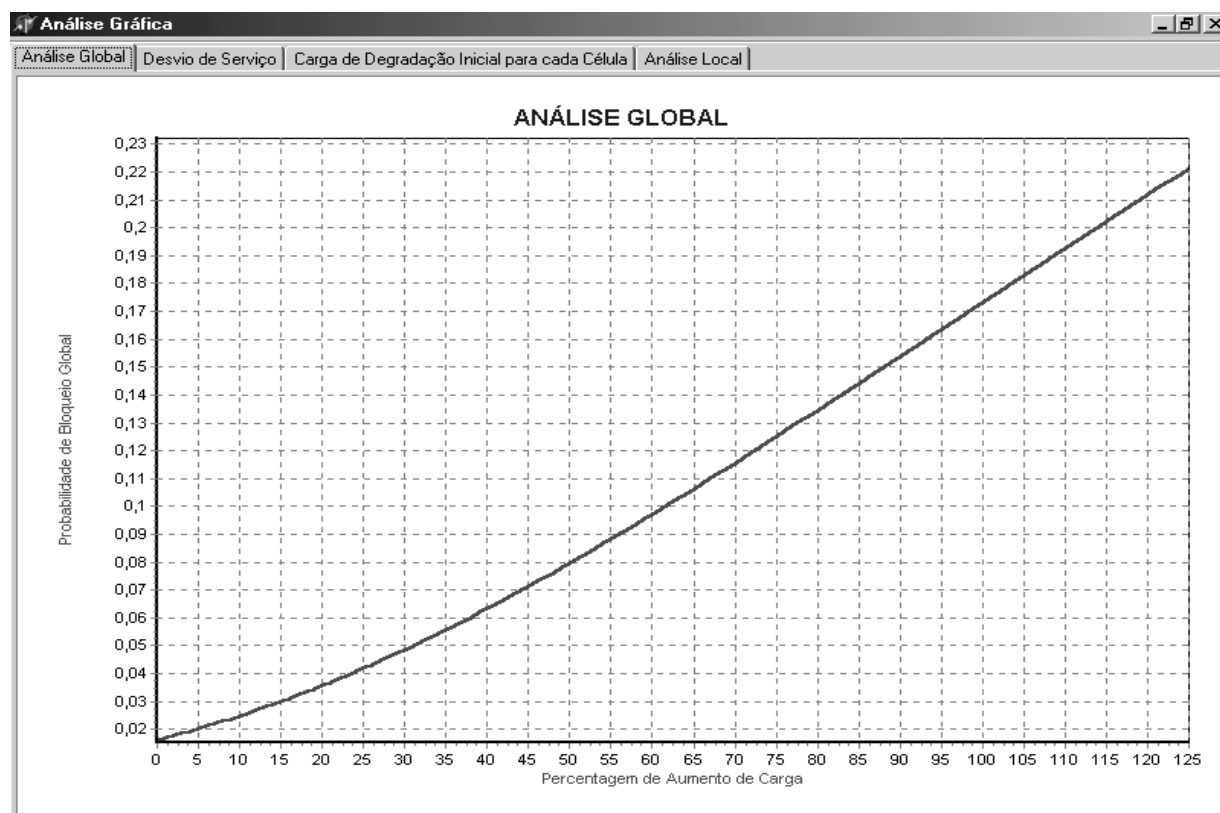


Figura 4.11 – Probabilidade global de bloqueio de uma nova chamada versus percentagem de aumento de carga (FNCA)

Ainda na figura 4.12, pode-se observar que as células 7, 9 e 21 com 160 cham/hora possuem a probabilidade de bloqueio aproximadamente igual a 30% para o aumento percentual de carga correspondente a 125%. Esse valor da probabilidade de bloqueio é o mesmo valor apresentado usando a FUCA. Dessa forma o mesmo número de canais foi obtido usando os dois algoritmos, assim tanto para FUCA quanto para FNCA, essas células se encontram no limiar aceito pela QoS.

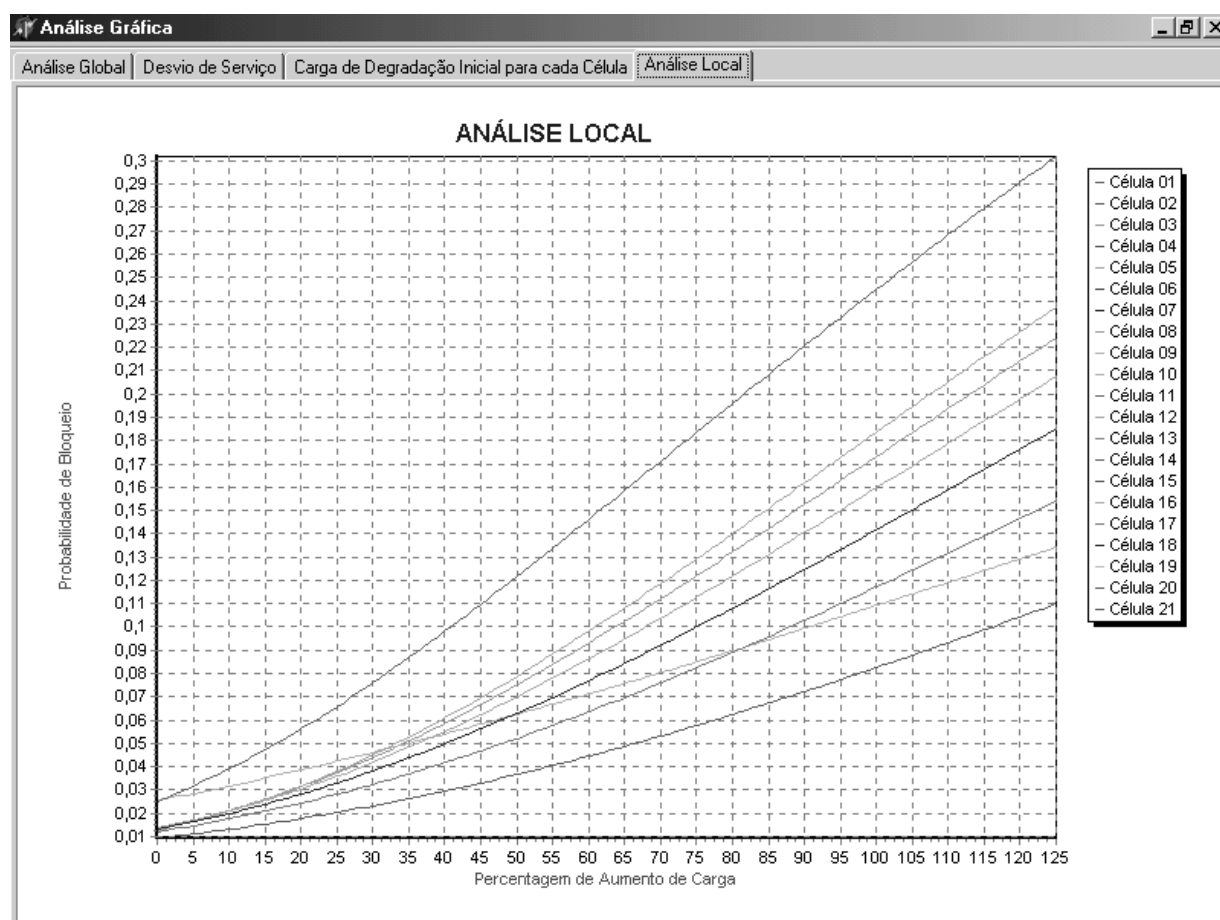


Figura 4.12 – Probabilidade de bloqueio de uma nova chamada por célula versus percentagem de aumento de carga (FNCA)

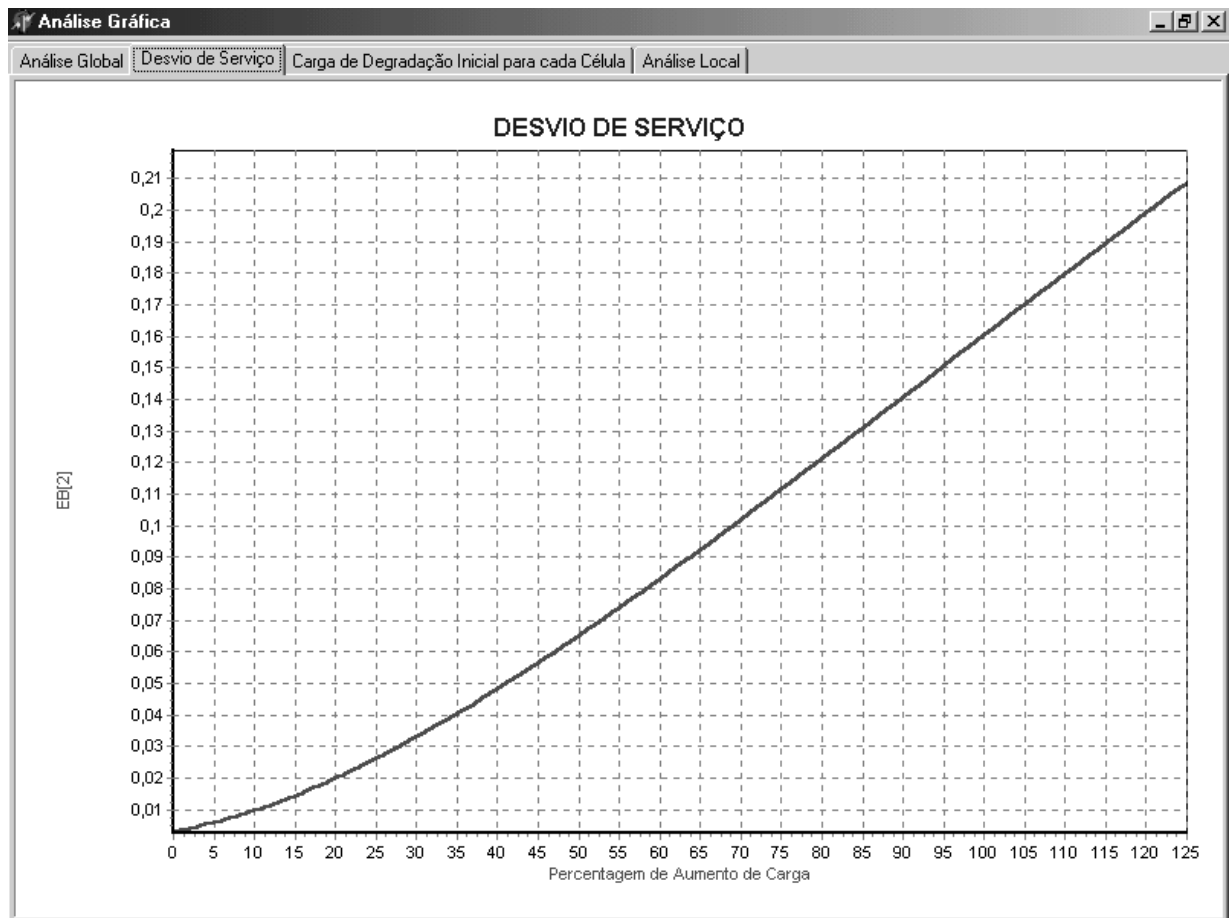


Figura 4.13 – Desvio de Serviço versus percentagem de aumento de carga (FNCA)

A figura 4.13, mostra o Desvio de Serviço calculado conforme a equação (2.8) para o valor de “p” igual a 2, como mencionado na seção 4.1. Diferentemente da FUCA, ela não pode afirmar que a célula que inicialmente começa a degradar a QoS é aquela com maior razão de tráfego.

As barras da figura 4.14, indicam a partir de quanta percentagem de aumento de carga cada célula da rede começa a degradar, como ocorre com as células 7, 9, 10 e 21 que começam a degradar a partir de 0%, enquanto que as células 1, 2, 3, 11, 12, 13 e 16 começam a degradar a partir de 9%, as células 4, 14, 15 e 18 degradam a partir de 11%, as células 5, 6, 8 e 17 degradam a partir de 14% e as células 19 e 20 começam a degradar somente a partir de 25%. Observa-se que diferentemente da FUCA, além de todas as células degradarem até o percentual de 125%, algumas delas começaram a degradar com um percentual de aumento de carga muito menor do que aquele

registrado na FUCA e também se pode observar que células com razões de tráfego diferentes começam a degradar com o mesmo percentual de aumento de carga, o que não ocorre na FUCA.

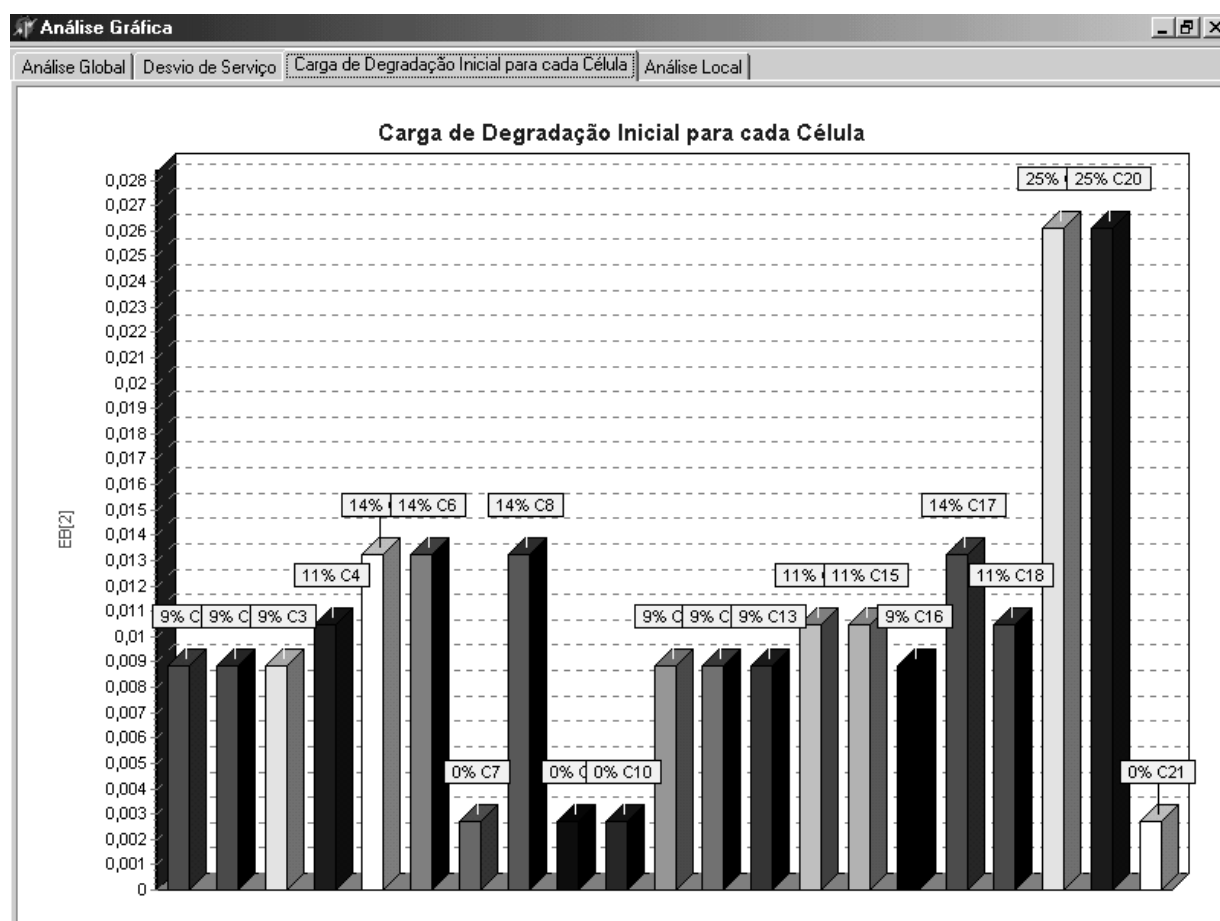


Figura 4.14 – Carga de Degradação Inicial para cada célula (FNCA)

A figura 4.15 mostra a segunda página do relatório, onde se pode notar muito bem a diferença entre a FUCA e a FNCA, isso fica bem visível no campo correspondente ao número de canais de cada célula, pois enquanto que na FUCA eles são todos iguais e determinados pela maior razão de tráfego da rede, na FNCA eles são determinados pela razão de chegada de chamadas por hora de sua célula correspondente obedecendo ao GOS de 2%

Nº da Célula	Chamadas / hora	Nº de Canais
1	120	9
2	120	9
3	120	9
4	80	7
5	80	6
6	60	6
7	160	10
8	60	6
9	160	10
10	20	3
11	100	8
12	140	10
13	100	8
14	80	7
15	80	7
16	100	8
17	60	6
18	80	7
19	40	5
20	40	5
21	160	10

Figura 4.15 – Segunda página do relatório do CELTRA (FNCA)

4.3 – COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE FUCA E FNCA

O número de canais da rede que utiliza a técnica FUCA é igual a 210, enquanto que na FNCA é igual a 156, ou seja, o ganho de canais da FNCA em relação a FUCA é de aproximadamente 34%, que resulta em 54 canais. Como FNCA aloca seus canais de acordo com a demanda de tráfego obedecendo a especificação da GOS de 2% para todas as células da rede, ela evita o superdimensionamento da rede que ocorre no caso da FUCA resultando no uso mais eficiente do espectro de frequência.