

3 Resultados e Análises

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação da metodologia ao banco de dados descritos no capítulo anterior.

3.1. Medidas de Performance

Existem diversas possibilidades de medidas para avaliar o desempenho da metodologia proposta. A seguir definem-se os critérios que serão utilizados na seqüência.

- (i) Percentual de acerto de recaída (PR)

É definido como:

$$PR = \frac{R_{HR}}{R} \times 100 \quad (3.1)$$

Onde:

R_{HR} é o número de pacientes em que a Rede estima como risco alto quando efetivamente o paciente recaiu.

R é o número total de pacientes que recaíram.

(ii) Percentual de “superestimação do risco de recidiva” (PSP) em relação ao critério BFM95.

Este percentual diz respeito ao grupo de pacientes que serão superestimados em função do resultado do modelo proposto. Isto é, o paciente não recaiu, foi avaliado pelo critério BFM95 como risco baixo ou médio e a Rede está fornecendo como resultado que este paciente é de alto risco. Obviamente, se o

paciente for realmente de baixo ou médio risco, a Rede estaria indicando um tratamento mais agressivo do que ele necessitaria.

O PST é definido como:

$$PSP = \frac{R_{HB}}{NR} \times 100 \quad (3.2)$$

Onde:

R_{HB} é o número de pacientes em que a Rede estimou como de alto risco e o critério BFM95 classificou como de baixo ou médio risco dentre os pacientes que não recaíram.

NR é o número total de pacientes que não recaíram.

(iii) Percentual de “subestimação do risco de recidiva” (PSB)) em relação ao critério BFM95.

Esse percentual de subestimação do risco de recidiva (PSB) é definido como:

$$PSB = \frac{R_{BH}}{R} \times 100 \quad (3.3)$$

Onde:

R_{BH} é o número de pacientes, dentre os que recaíram, em que a saída da Rede estima como de baixo risco quando o risco avaliado pelo critério BFM95 é alto.

R é o número total de pacientes que recaíram.

3.2. Experimentos e Análises Relativos a Otimização do Número de Variáveis

Esta seção está focada na avaliação da performance da metodologia proposta no que tange ao número de variáveis utilizadas. Foram realizados 8 experimentos, variando-se, em cada um destes, o número de variáveis. Os

experimentos têm como ponto de partida a seleção apresentada no capítulo anterior.

Os resultados podem ser observados no quadro 07.

Quadro 07: Experimentos Relativos a Otimização do Numero de Variáveis e Percentual de Acerto de Recaída

Exper. 1	Exper. 2	Exper. 3	Exper. 4	Exper. 5	Exper. 6	Exper. 7	Exper. 8	Exper. 9
LEUC	LEUC	LEUC	LEUC	LEUC	LEUC	LEUC	LEUC	LEUC
IDADE	IDADE	IDADE	IDADE	IDADE	IDADE	IDADE	IDADE	IDADE
T	T	T	T	T		T	T	T
RC8D	RC8D	RC8D	RC8D			RC8D	RC8D	RC8D
SEXO	SEXO	SEXO				SEXO	SEXO	SEXO
FAB	FAB					RAÇA	FAB	FAB
RAÇA							RAÇA	RAÇA
							ASTENIA	ASTENIA
								FEBRE
								G. CERVICAL
								G. VIRILHA
								DOR OSSEA
								SANGRAMENTO
								INFECÇÃO
								DOR
								HEMOGLOBINA
								GANGLIO
								BAÇO
								FIGADO
<i>PR(%)</i>								
83	82	83	63	63	61	76	76	100

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0024876/CA

Os melhores resultados, usando o critério do percentual de acerto de recaída, foram obtidos nos experimentos 1, 2, 3, 7, 8 e 9. Nota-se uma há uma queda considerável de performance nos experimentos com menos de 5 variáveis que atingem um valor baixo de PR, pouco superior a 60%. Comparando-se os experimentos 1 e 8 verifica-se que o acréscimo da variável ‘astenia’, não só não

gera resultado melhor, mas ao contrário, efetivamente introduz uma piora. O experimento utilizando todas as variáveis selecionadas produziu o melhor resultado, porém, com um número excessivo de parâmetros (90), o que torna o modelo não parcimonioso. Comparando-se os experimentos 1, 2, 3, 7 e 8 com os demais constata-se a importância da variável ‘sexo’. O melhor resultado é obtido para os experimentos 1, 2 e 3 e entre estas opções, a escolha recai sobre o experimento 3 que produz um acerto de 83% com apenas 5 variáveis.

3.3.

Experimentos e Análises Relativos a Modelagem para a Estimativa de Risco com a Inversão da Saída-Alvo da Rede

Nesta seção apresenta-se os resultados relativos ao procedimento descrito na seção 2.2.2.1. A idéia central é realizar uma inversão da “saída-alvo” da Rede nos casos em que o critério BFM95 avalia um paciente como de risco alto, e o modelo proposto expressa de forma clara (>0.7) uma indicação de alto risco. Para todos os pacientes para os quais ocorre esta situação, a saída-alvo é invertida e a Rede é treinada (isto é, os parâmetros do modelo são estimados) novamente.

Os melhores resultados são mostrados no quadro 08 onde se constata um pequeno ganho com relação aos resultados do quadro 07. No experimento 03 o percentual de acerto, PR, chega a atingir 85%. Utilizando-se todas as variáveis o resultado ainda produz um percentual de acerto de recaída de 100%, porém continua não sendo um modelo parcimonioso.

Quadro 08: Resultados da Análise com a Inversão da Saída-alvo da Rede e Medidas de Performance

Experimento 1	Experimento 3	Experimento 7	Experimento 9
LEUCÓCITOS	LEUCÓCITOS	LEUCÓCITOS	LEUCÓCITOS
IDADE	IDADE	IDADE	IDADE
T	T	T	T
RC8D	RC8D	RC8D	RC8D
SEXO	SEXO	SEXO	SEXO
FAB		RAÇA	FAB
RAÇA			RAÇA
			ASTENIA
			FEBRE
			G. CERVICAL
			G. VIRILHA
			DOR OSSEA
			SANGRAMENTO
			INFEÇÃO
			DOR
			HEMOGLOBINA
			GANGLIO
			BAÇO
			FIGADO
<i>PR (%)</i>			
83	85	83	100
<i>PSP (%)</i>			
24	28	28	29
<i>PSB (%)</i>			
2	0	2	2

Comparando-se os quadro 07 e 08, pode-se perceber que existiram ganhos nos experimentos 3 e 7 utilizando a inversão da saída-alvo da rede. É importante ressaltar também que esta análise obteve melhorias no que diz respeito ao poder discriminante da rede. Isto é, como a saída da Rede é um valor entre 0 e 1, com

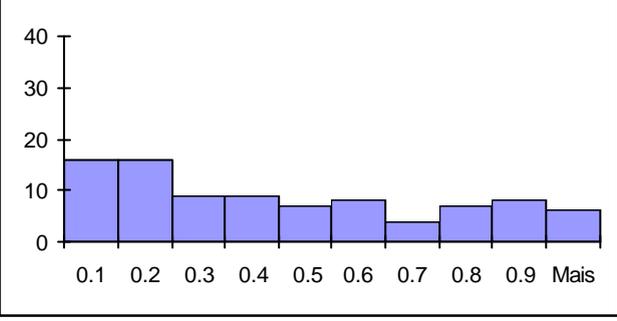
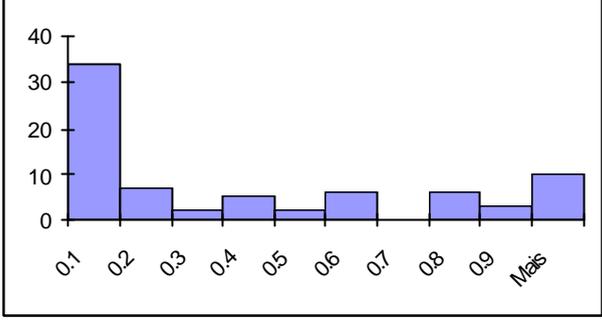
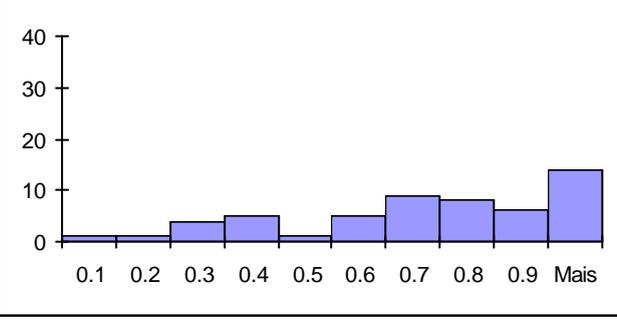
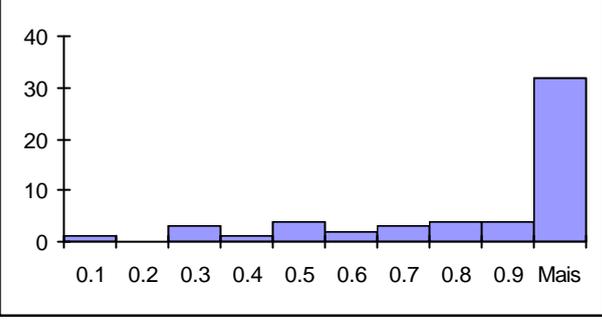
ponto de corte em 0.5, espera-se que aqueles pacientes que não devem recair apresentem, na saída da rede, valores próximos a 0 e, os pacientes que devem recair, valores próximos de 1. Para mostrar este resultado, nos quadros 09, 10, 11 e 12 estão os histogramas da saída efetiva da Rede antes e depois da análise, usando a inversão da saída-alvo da saída da rede. Desta forma, vê-se que com a inversão da saída-alvo as Redes conseguem melhor separabilidade⁶ ao classificar o risco de evento adverso.

Quadro 09: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (5 variáveis)

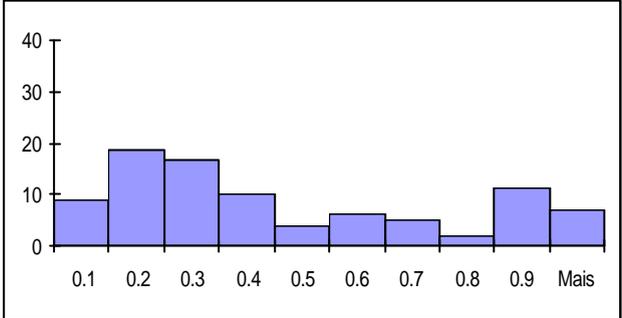
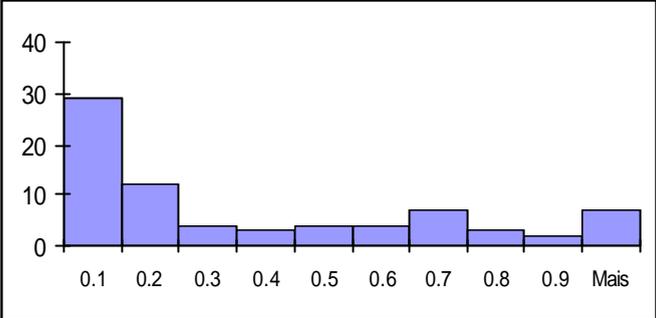
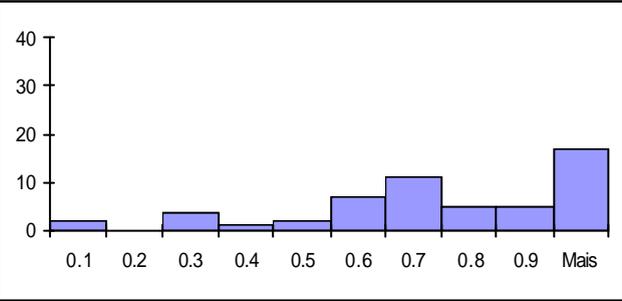
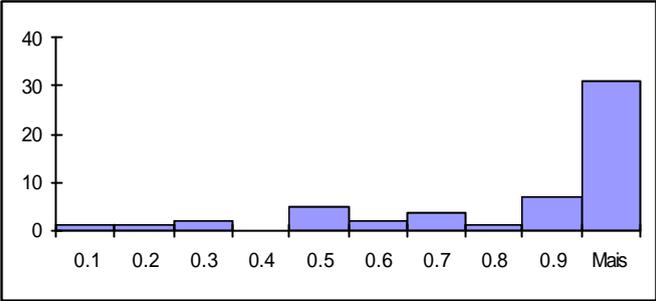
Antes da Inversão da Saída-Alvo da Rede	Após a Inversão da Saída-Alvo da Rede
Grupo de pacientes que não recaíram	Grupo de pacientes que não recaíram
Grupo de pacientes que recaíram	Grupo de pacientes que recaíram

⁶ Resultado observado para diferentes tamanhos do número variáveis utilizadas.

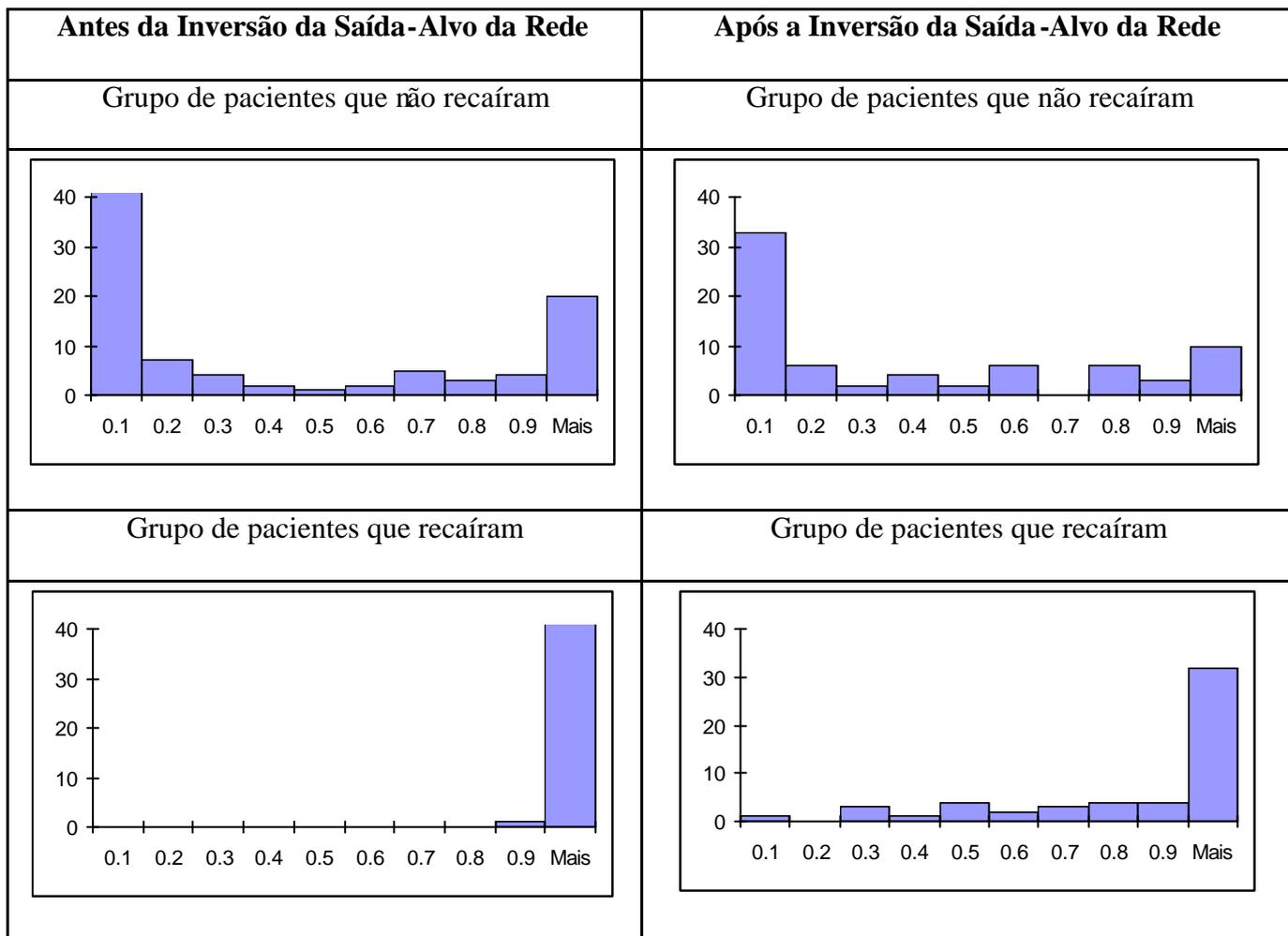
Quadro 10: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (6 variáveis)

Antes da Inversão da Saída-Alvo da Rede	Após a Inversão da Saída-Alvo da Rede																																												
Grupo de pacientes que não recaíram	Grupo de pacientes que não recaíram																																												
 <table border="1"> <caption>Dados para o histograma 'Antes da Inversão - Grupo não recaíram'</caption> <thead> <tr> <th>Risco</th> <th>Frequência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.1</td><td>16</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>16</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>9</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>9</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>7</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>8</td></tr> <tr><td>0.7</td><td>4</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>7</td></tr> <tr><td>0.9</td><td>8</td></tr> <tr><td>Mais</td><td>6</td></tr> </tbody> </table>	Risco	Frequência	0.1	16	0.2	16	0.3	9	0.4	9	0.5	7	0.6	8	0.7	4	0.8	7	0.9	8	Mais	6	 <table border="1"> <caption>Dados para o histograma 'Após a Inversão - Grupo não recaíram'</caption> <thead> <tr> <th>Risco</th> <th>Frequência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.1</td><td>34</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>8</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>6</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>7</td></tr> <tr><td>0.7</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>7</td></tr> <tr><td>0.9</td><td>3</td></tr> <tr><td>Mais</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	Risco	Frequência	0.1	34	0.2	8	0.3	2	0.4	6	0.5	2	0.6	7	0.7	0	0.8	7	0.9	3	Mais	10
Risco	Frequência																																												
0.1	16																																												
0.2	16																																												
0.3	9																																												
0.4	9																																												
0.5	7																																												
0.6	8																																												
0.7	4																																												
0.8	7																																												
0.9	8																																												
Mais	6																																												
Risco	Frequência																																												
0.1	34																																												
0.2	8																																												
0.3	2																																												
0.4	6																																												
0.5	2																																												
0.6	7																																												
0.7	0																																												
0.8	7																																												
0.9	3																																												
Mais	10																																												
Grupo de pacientes que recaíram	Grupo de pacientes que recaíram																																												
 <table border="1"> <caption>Dados para o histograma 'Antes da Inversão - Grupo recaíram'</caption> <thead> <tr> <th>Risco</th> <th>Frequência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>4</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>5</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>5</td></tr> <tr><td>0.7</td><td>9</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>8</td></tr> <tr><td>0.9</td><td>6</td></tr> <tr><td>Mais</td><td>14</td></tr> </tbody> </table>	Risco	Frequência	0.1	1	0.2	1	0.3	4	0.4	5	0.5	1	0.6	5	0.7	9	0.8	8	0.9	6	Mais	14	 <table border="1"> <caption>Dados para o histograma 'Após a Inversão - Grupo recaíram'</caption> <thead> <tr> <th>Risco</th> <th>Frequência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>3</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>4</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.7</td><td>3</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>4</td></tr> <tr><td>0.9</td><td>4</td></tr> <tr><td>Mais</td><td>32</td></tr> </tbody> </table>	Risco	Frequência	0.1	1	0.2	0	0.3	3	0.4	1	0.5	4	0.6	2	0.7	3	0.8	4	0.9	4	Mais	32
Risco	Frequência																																												
0.1	1																																												
0.2	1																																												
0.3	4																																												
0.4	5																																												
0.5	1																																												
0.6	5																																												
0.7	9																																												
0.8	8																																												
0.9	6																																												
Mais	14																																												
Risco	Frequência																																												
0.1	1																																												
0.2	0																																												
0.3	3																																												
0.4	1																																												
0.5	4																																												
0.6	2																																												
0.7	3																																												
0.8	4																																												
0.9	4																																												
Mais	32																																												

Quadro 11: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (7 variáveis)

Antes da Inversão da Saída-Alvo da Rede	Após a Inversão da Saída-Alvo da Rede
Grupo de pacientes que não recaíram	Grupo de pacientes que não recaíram
	
Grupo de pacientes que recaíram	Grupo de pacientes que recaíram
	

Quadro 12: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (todas as variáveis)



Outro resultado relevante obtido com a análise, usando a inversão da saída-alvo da rede, refere-se ao índice de “superestimação do risco de recidiva” em relação ao critério BFM95 fornecido como resposta. Isto é, o paciente não recaiu, foi avaliado pelo critério BFM95 como risco baixo ou médio e o modelo está fornecendo como resultado que este indivíduo é de alto risco. Se o paciente for realmente de baixo ou médio risco, a Rede estaria indicando um tratamento mais agressivo do que ele necessitaria⁷.

Verificou-se que, após a inversão da saída-alvo da rede, o número de pacientes com risco superestimados teriam *PSP* de 24, 28, 28 e 29%, respectivamente, para os experimentos 1, 3, 7 e 9, isto é, com 7, 5, 6 e todas variáveis.

⁷ Porém, o fato do paciente não ter recaído não significa que ele não possa a vir a recair.

Atenta-se que nos casos onde o paciente teve recaída e a avaliação pelo critério BFM95 indicou risco alto, a Rede classifica como risco baixo 2, 0, 2e 2%, respectivamente, para os experimentos 1, 3, 7 e 9 , isto é, com 7, 5, 6 e com todas as variáveis.

3.4.

Experimentos e Análise Relativos a Modelagem para a Estimativa de Risco com a Inversão da Saída-Alvo da Rede Considerando o Tempo de Tratamento

Nesta seção apresenta-se os resultados relativos ao procedimento descrito nas seções 2.2.2.1. e 2.2.2.2.. O procedimento é o mesmo da seção anterior, porém, considera-se apenas os pacientes que apresentavam tempo de tratamento superior a 36 meses.

Esta etapa provoca uma redução no número de casos para 116 pacientes (54 pacientes com recaída e 62 sem recaída). Neste novo universo, foi realizado novamente o procedimento de seleção de variáveis descrito na seção 2.2.1 não havendo alterações nem nas variáveis selecionadas, nem na ordenação das mesmas. Nesta etapa o teste de performance fora-da-amostra é realizado de duas formas. Os 28 pacientes temporariamente excluídos do processo de estimação de parâmetros (treinamento) são testados diretamente com o resultado obtido pelos demais 116. Já para os 116 que participam do processo de ajuste de parâmetros usa-se, como antes, o método de *leave-one-out*. Os resultados de acerto percentual de PR podem ser visualizados no quadro 13 a seguir. Chega-se aqui a um percentual de acerto de 93% no experimento 7. Note-se que pela constituição do grupo (ver seção 2.2.2.2) todos os pacientes recaídos encontram-se entre os 116 pacientes não retirados.

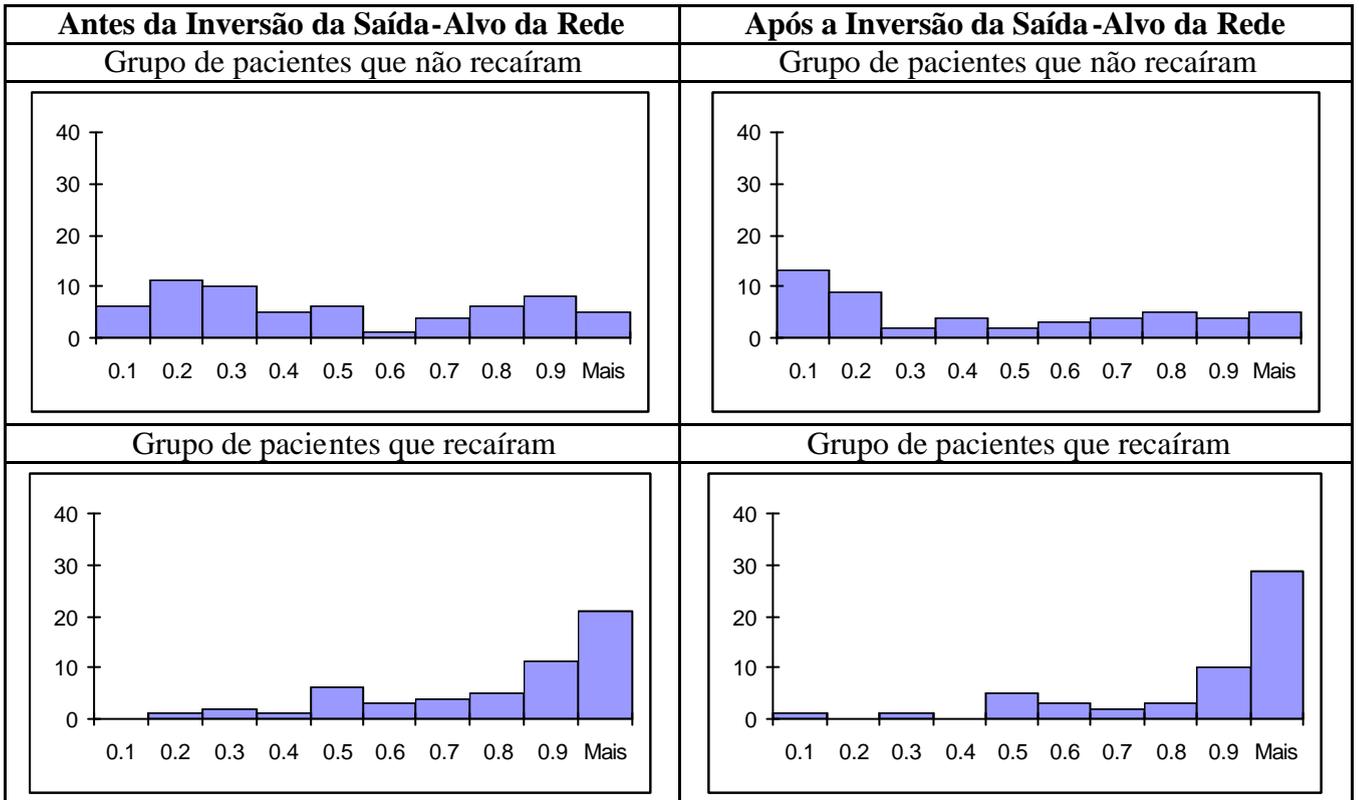
É interessante notar que neste experimento fica incluído o atributo ‘raça’, como responsável por um aumento no indicador de acerto de 87% para 93%. A inclusão do atributo ‘raça’ como sendo relevante na estimação do risco de recidiva será discutido na seção de discussões finais no próximo capítulo.

Quadro 13: Resultados da Inversão da Saída-Alvo da Rede Considerando o Fator Tempo de Tratamento e Medidas de Performance

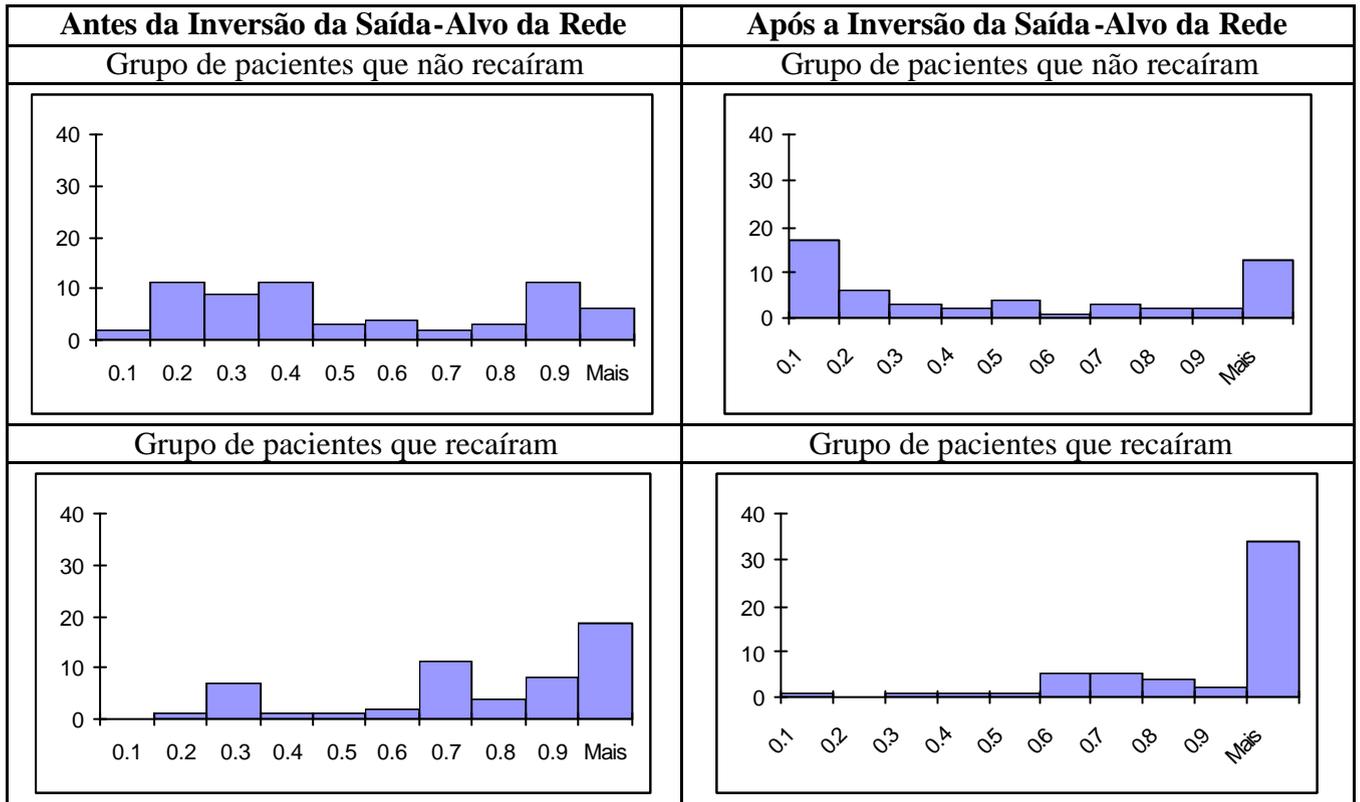
Experimento 1	Experimento 3	Experimento 7	Experimento 9
LEUCÓCITOS	LEUCÓCITOS	LEUCÓCITOS	LEUCÓCITOS
IDADE	IDADE	IDADE	IDADE
T	T	T	T
RC8D	RC8D	RC8D	RC8D
SEXO	SEXO	SEXO	SEXO
FAB		RAÇA	FAB
RAÇA			RAÇA
			ASTENIA
			FEBRE
			G. CERVICAL
			G. VIRILHA
			DOR OSSEA
			SANGRAMENTO
			INFECÇÃO
			DOR
			HEMOGLOBINA
			GANGLIO
			BAÇO
			FIGADO
<i>PR (%)</i>			
87	87	93	91
<i>PSP (%)</i>			
31	32	31	47
<i>PSB (%)</i>			
0	0	0	4

Ocorrem também, com o resultado do procedimento realizado nesta etapa de refinamento, ganhos em relação ao poder discriminante da Rede (ver histogramas expressos nos quadros 14 a 17).

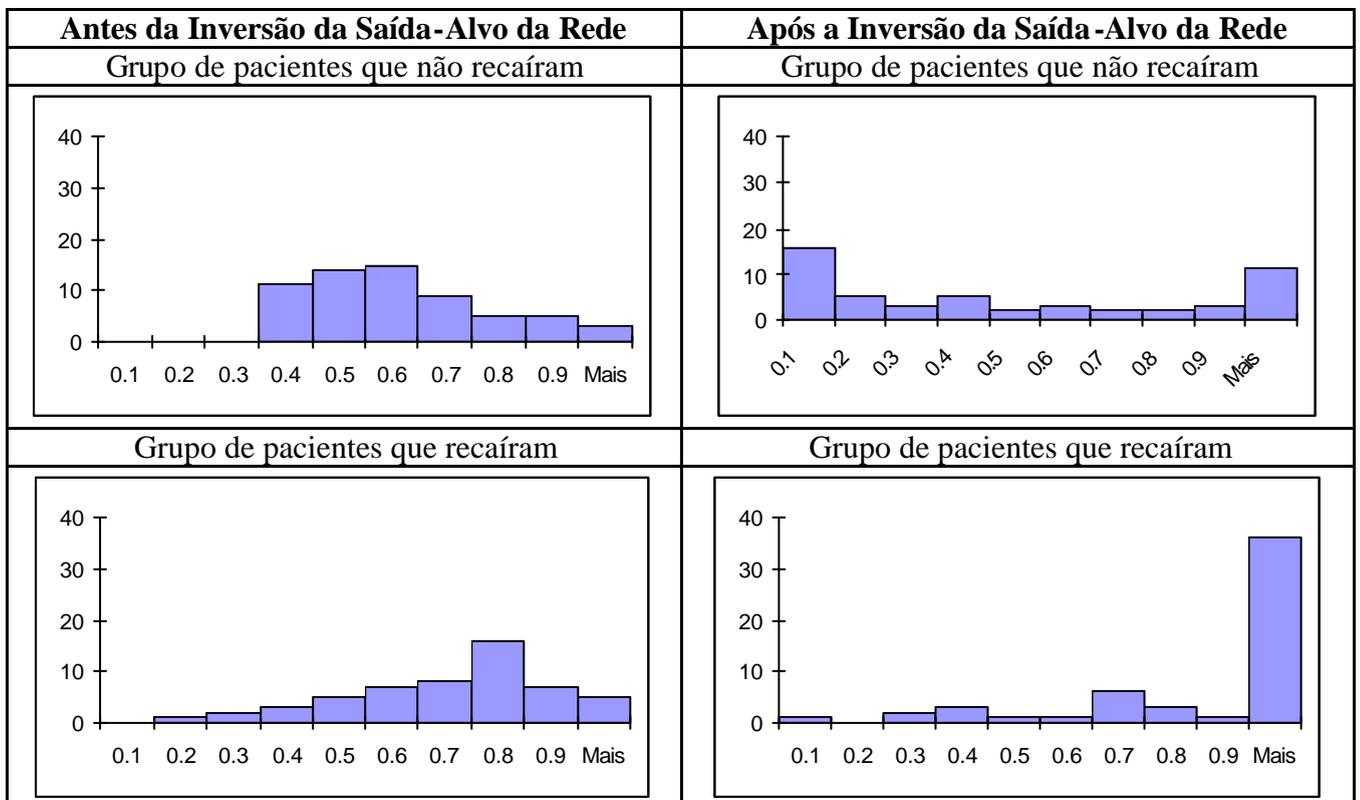
Quadro 14: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (5 variáveis)



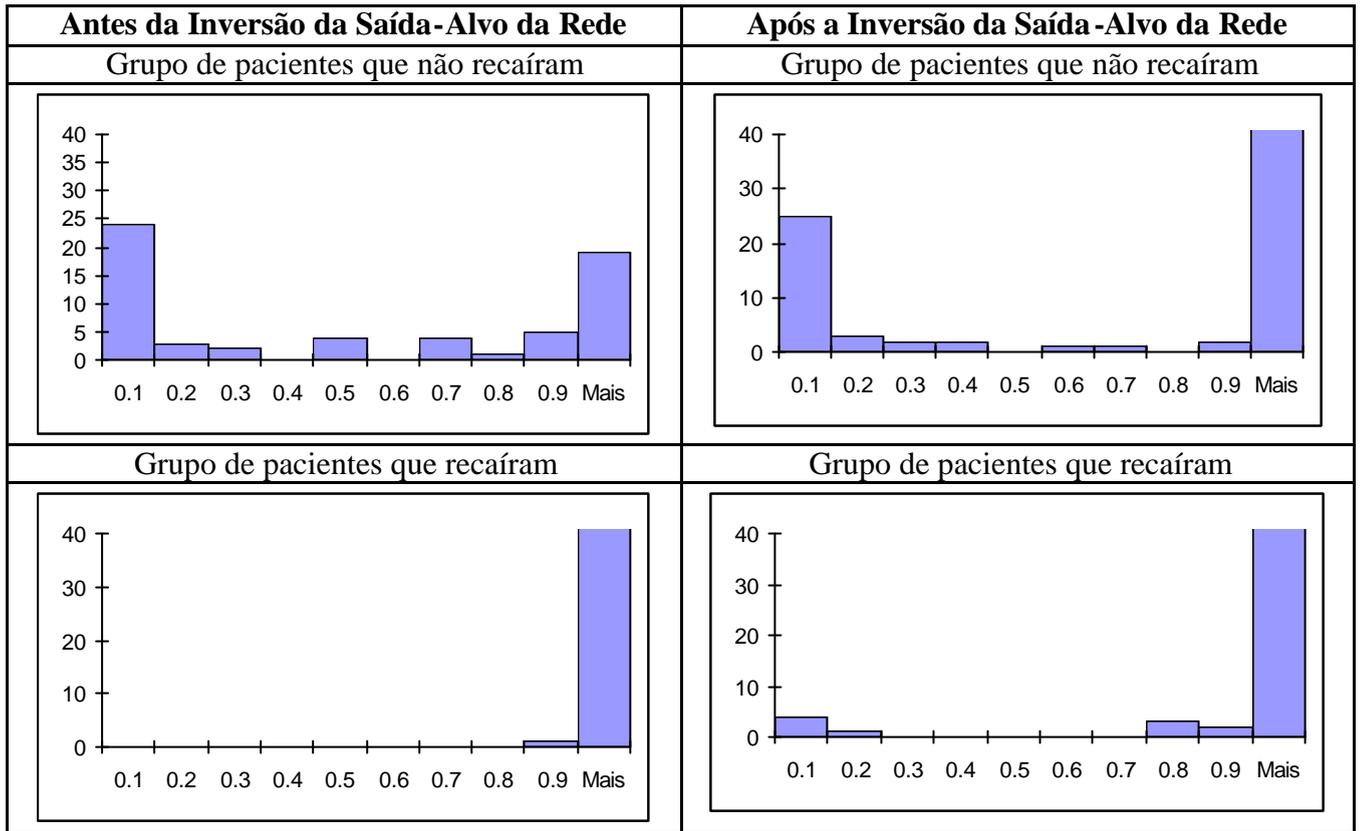
Quadro 15: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (6 variáveis)



Quadro 16: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (7 variáveis)



Quadro 17: Histogramas das Estimativas de Risco do Modelo (todas as variáveis)



Melhorias também foram verificadas em relação ao número de pacientes que teriam o risco superestimado (*PSP*) no caso dos experimentos 1, 3 e 7. Estes percentuais seriam 32, 31 e 31%, respectivamente, para as simulações com 5, 6 e 7 variáveis. No caso onde se considerou todas as variáveis esse percentual subiu para 47%, considerado um índice muito alto. Ainda como resultado desta nova análise de inversão da saída-alvo da rede, tem-se um melhor percentual de subestimação do risco de recidiva (*PSB*). Isto é, nos casos onde o paciente teve recaída e a avaliação pelo critério BFM95 indicou risco alto, o modelo classifica como risco baixo 0% para as simulações com 5, 6 e 7 variáveis. Porém, no caso onde se considerou todas as variáveis esse percentual subiu para 4%, índice considerado alto. O modelo considerando todas as variáveis selecionadas também apresenta um número excessivo de parâmetros não sendo um modelo parcimonioso. Por estas razões o modelo com 6 variáveis de entrada (experimento 7) foi considerado o que melhor se aplica na estimação do risco de recidiva.

3.5.

Comparação Entre o Risco Estimado pelo Modelo e pelo Critério BFM95

Nesta seção detalhamos os resultados obtidos com a escolha de variáveis do experimento 7 e realizadas todas as etapas de refinamento. Apresenta-se uma comparação geral entre o risco estimado pelo modelo proposto, na sua forma final quanto aos refinamentos e o risco BFM95. Primeiramente, no quadro 18 está um retrato resumido dos resultados obtidos. Diferentemente da classificação BFM95, assume-se apenas 2 níveis de risco, baixo e alto.

Quadro 18: Cruzamento Desfecho Versus Risco Estimado pelo Modelo

	Desfecho				Total		
	Não recaída		Recaída		%	Casos	
	Casos	%	Casos	%			
Estimativa de Risco do Modelo	Baixo	45	50.0%	4	7.4%	34.0%	49
	Alto	45	50.0%	50	92.6%	66.0%	95
Total		90	100.0%	54	100.0%	100.0%	144

Dos 144 pacientes, 66% foram avaliados pelo modelo como risco alto. Salienta-se que dos 54 pacientes que efetivamente apresentaram recaída, 93% foram avaliados pelo modelo como alto risco e 7% como baixo risco, obtendo-se desta forma uma excelente taxa de acerto neste grupo.

No quadro 19 abaixo pode-se verificar a distribuição conjunta do risco BFM95 e da estimativa do Risco pela Rede em relação ao desfecho:

Quadro 19: Cruzamento Entre a Estimativa de Risco do Modelo Proposto Versus BFM95

				Desfecho				Total	
				Não recaída		Recaída		Casos	%
				Casos	%	Casos	%		
Risco BFM95	Baixo	Risco Modelo	Baixo	15	16.7%	1	1.9%	16	11.1%
			Alto	9	10.0%	4	7.4%	13	9.0%
	Médio	Risco Modelo	Baixo	27	30.0%	3	5.6%	30	20.8%
			Alto	19	21.1%	21	38.9%	40	27.8%
	Alto	Risco Modelo	Baixo	3	3.3%			3	2.1%
			Alto	17	18.9%	25	46.3%	42	29.2%
Total				90	100.0%	54	100.0%	144	100.0%

Pode-se então concluir:

- Dentre os 29 pacientes que foram avaliados pelo critério BFM95 como de baixo risco, o modelo estimou 13 casos como alto risco sendo que, até a presente data, 4 pacientes efetivamente recaíram.
- Dentre os 70 pacientes em que o critério BFM95 avaliou como de médio risco, o modelo estimou 40 pacientes como de alto risco e, até a presente data, 21 pacientes efetivamente recaíram.
- A estimativa do modelo não classificou nenhum paciente com recidiva como de baixo risco quando o critério BFM95 avaliou os pacientes como de alto risco.
- Pode-se considerar que a estimativa do modelo imporá um tratamento mais pesado do que o necessário ao estimar pacientes com alto risco quando esses pacientes foram avaliados, pelo critério BFM95, como de baixo risco (9 pacientes) ou médio risco (19 pacientes). Um total de 28 pacientes, no universo de pacientes onde ainda não houve recaída (90). Isto indica um percentual de 31% de pacientes que teriam o risco superestimado.

3.6. Comparação com Metodologia Linear

3.6.1. Análise Discriminante

Para fins de comparação, foi realizada também uma Análise de Discriminante (Johnson&Wichern, 1998), descrito no Anexo C. Os resultados foram inferiores aos obtidos pela metodologia proposta nesta tese.

Por coerência, como realizado anteriormente, a análise concentrou-se sob o mesmo conjunto de pacientes que estavam sob tratamento por um período superior a 36 meses.

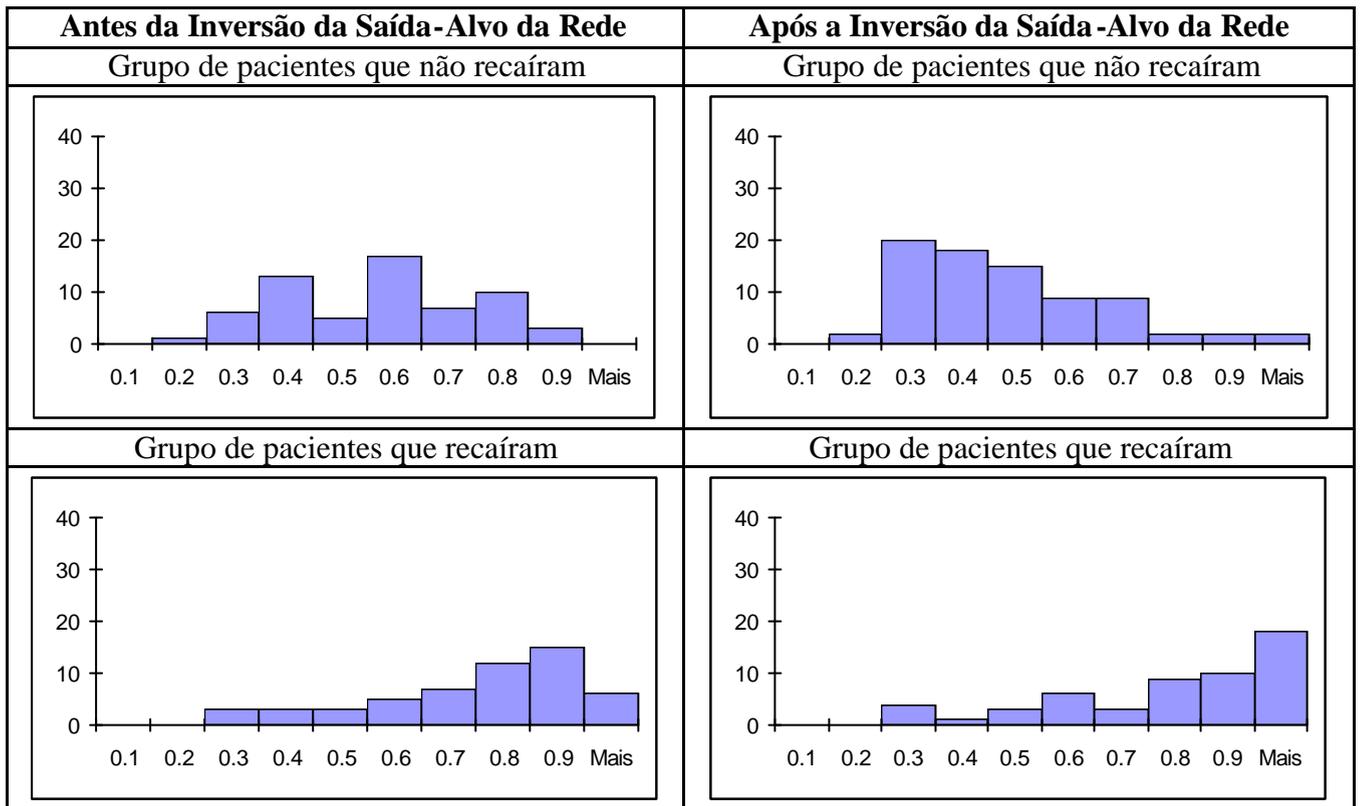
Pelo mesmo motivo, considerou-se as mesmas 6 variáveis selecionadas onde o resultado da Rede Neural Artificial foi mais significativo, isto é, leucócitos, idade, imunofenótipo T, resposta ao tratamento no 8º dia, sexo, e raça. Sobre estes pacientes, também foi adotado o mesmo procedimento de inversão da saída-alvo descrito na seção anterior. Os resultados podem ser visualizados no quadro 20 a seguir.

Quadro 20: Resultados da Análise de Inversão da Saída-Alvo Considerando o Fator Tempo de Tratamento na Análise Discriminante e Medidas de Performance

Experimento 7
LEUC
IDADE
T
RC8D
SEXO
RAÇA
<i>PR(%)</i>
85
<i>PST (%)</i>
19
<i>PAR (%)</i>
0

Comparando-se os quadros 13 e 20, pode-se perceber que não existiram ganhos ao se trabalhar com o modelo de análise discriminante em relação à Rede Neural Artificial. Enfatiza-se que não existe um corte claro em relação aos pacientes que não recaíram e os que recaíram como houve no método proposto pela tese (ver histogramas expressos no quadro 21).

Quadro 21: Histogramas das Estimativas de Risco da Análise Discriminante (6 variáveis)



Na análise discriminante pode-se adotar ainda o procedimento de seleção de variáveis pelo método “*stepwise*” (Draper&Smith, 1980), descrita no Anexo C (seção C.6).

As variáveis selecionadas por esse procedimento foram: leucócitos, sexo e resposta ao tratamento no 8º dia. O percentual de acerto de recaída (PR) foi de 81%. Isto é, inferior ao percentual obtido ao se utilizar as variáveis selecionadas pelo modelo. O percentual de pacientes com risco superestimados foi de 39%, acima do anteriormente encontrado pelo modelo. Nos casos onde o paciente recaiu e o critério BFM95 era de risco alto, a análise discriminante avaliou como risco baixo 2% dos casos. O modelo, ao contrário, obteve melhor percentual de subestimação do risco de recidiva ($PSB=0\%$). Novamente, para este modelo de análise discriminante, não existe um corte claro em relação aos pacientes que não recaíram e os que recaíram como houve no método proposto pela tese.

Em resumo, os resultados encontrados pela análise discriminante ficaram aquém dos resultados obtidos pela Rede Neural.

3.6.2. Regressão Logística

Da mesma forma, para fins de comparação, foi realizada também uma Regressão Logística (Gujarati, 2000), descrito no Anexo D. Da mesma forma, os resultados foram inferiores aos obtidos pela metodologia proposta nesta tese.

Por coerência, como realizado anteriormente, a análise concentrou-se sob o mesmo conjunto de pacientes que estavam sob tratamento por um período superior a 36 meses.

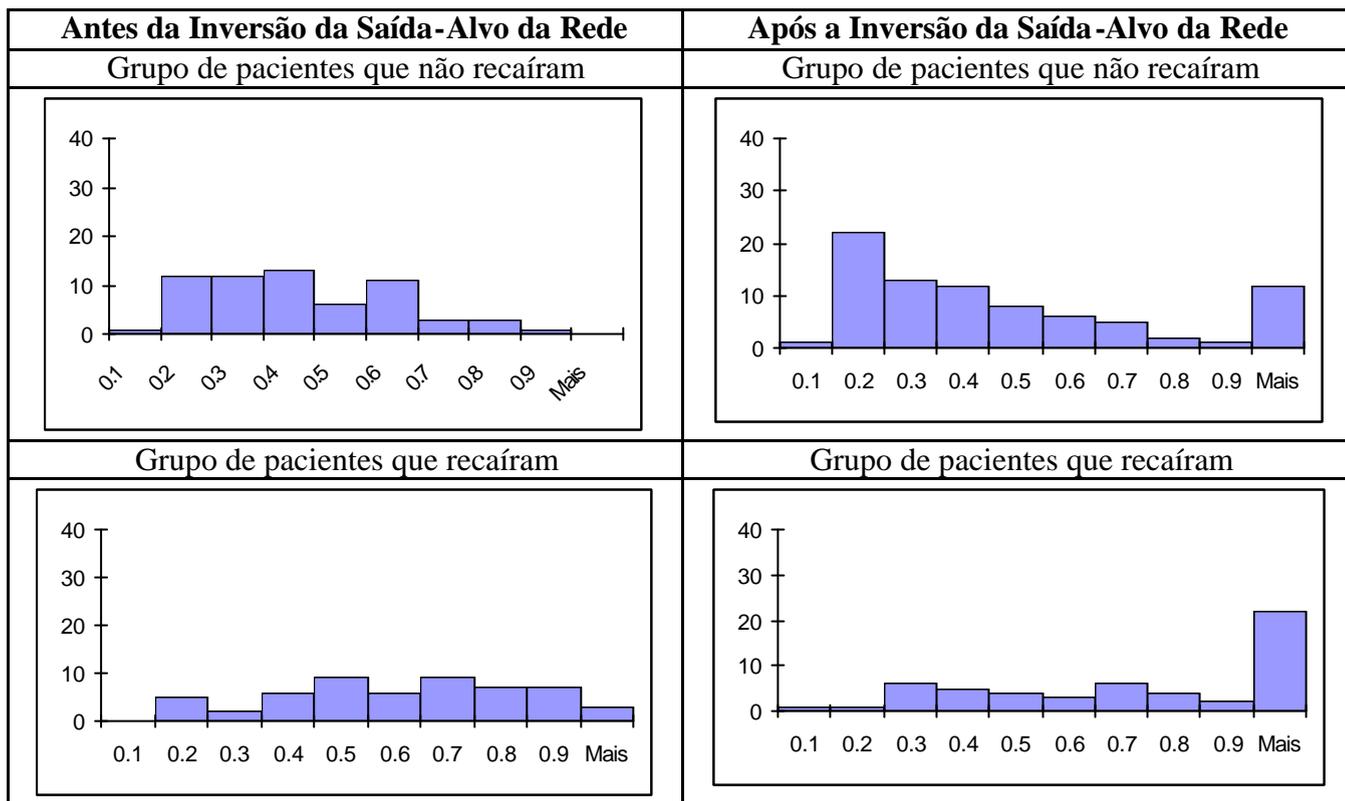
Pelo mesmo motivo, considerou-se as mesmas 6 variáveis selecionadas onde o resultado da Rede Neural Artificial foi mais significativo, isto é, leucócitos, idade, imunofenótipo T, resposta ao tratamento no 8º dia, sexo, e raça. Sobre estes pacientes, também foi adotado o mesmo procedimento de inversão da saída-alvo descrito na seção anterior. Os resultados podem ser visualizados no quadro 22 a seguir.

Quadro 22: Resultados da Análise de Inversão da Saída-Alvo Considerando o Fator Tempo de Tratamento na Regressão Logística e Medidas de Performance

Experimento 7
LEUC
IDADE
T
RC8D
SEXO
RAÇA
<i>PR (%)</i>
69
<i>PST (%)</i>
16
<i>PAR (%)</i>
4

Comparando-se os quadros 13 e 22, pode-se perceber que não existiram ganhos ao se trabalhar com o modelo de regressão logística em relação ao modelo proposto usando Rede Neural Artificial. Novamente torna-se claro que não existe um corte claro em relação aos pacientes que não recaíram e os que recaíram como houve no método proposto pela tese (ver histogramas expressos no quadro 23).

Quadro 23: Histogramas das Estimativas de Risco da Regressão Logística (6 variáveis)



Na regressão logística pode-se adotar ainda o procedimento de seleção de variáveis pelo método “*stepwise*” (Draper&Smith, 1980), descrita no Anexo C (seção C.6).

As variáveis selecionadas por esse procedimento foram: leucócitos e sexo. O percentual de acerto de recaída (PR) foi de 56%. Isto é, inferior ao percentual obtido ao se utilizar as variáveis selecionadas pelo modelo. O percentual de pacientes com risco superestimados foi de 15%. Nos casos onde o paciente recaiu e o critério BFM95 era de risco alto, a análise discriminante avaliou como risco baixo 13% dos casos. O modelo, ao contrário, obteve melhor percentual de subestimação do risco de recidiva ($PSB=0\%$). Novamente, para este modelo de análise discriminante, não existe um corte claro em relação aos pacientes que não recaíram e os que recaíram como houve no método proposto pela tese.

Em resumo, os resultados encontrados pela regressão logística também ficaram aquém dos resultados obtidos pela Rede Neural.