

DOPPLERVELOCIMETRIA DE ARTÉRIA MESENTÉRICA SUPERIOR EM RECÉM-NASCIDOS A TERMO¹

Carmen Solange Badaró-Marques²
 Lucy Duailibi Casanova³
 Carlos Aranha⁴
 Conceição A M Segre⁵

Badaró-Marques CS, Casanova LD, Aranha C, Segre CAM. Dopplervelocimetria de artéria mesentérica superior em recém-nascidos a termo. Acta Cir Bras [serial online] 2002 Set-Out;17(5). Disponível em URL: <http://www.scielo.br/acb>.

RESUMO – Objetivo: A avaliação do fluxo sanguíneo mesentérico utilizando-se a Dopplervelocimetria transcutânea de artéria mesentérica superior (AMS) é método não invasivo que permite avaliar fatores envolvidos na perfusão sanguínea intestinal. Este estudo teve como objetivo determinar as variáveis Dopplervelocimétricas da AMS em recém-nascidos normais a termo, relacionando-as aos fatores ligados a gestação e crescimento fetal. **Métodos:** A amostra continha 58 mães e 59 recém-nascidos a termo (1 gestação gemelar), cujos partos ocorreram no Hospital Israelita Albert Einstein. Utilizou-se equipamento Toshiba SSH 140 com sistema duplex-Doppler colorido de alta resolução, avaliando-se a AMS na sua origem, determinando-se calibre, velocidade sistólica, velocidade diastólica, velocidade média e índices de resistência e pulsatilidade. **Resultados:** Verificou-se que a média do calibre da artéria mesentérica superior foi 1.94 mm, a média da velocidade sistólica, 86.47 cm/s, a média da velocidade diastólica 17.66 cm/s e a média da velocidade média, 36.93 cm/s. Os valores médios dos índices de resistência e pulsatilidade foram respectivamente 0.79 e 1.91. O calibre da AMS correlacionou-se positivamente com o peso de nascimento e negativamente com o perímetro cefálico; velocidades e índices guardam relação com os dados antropométricos do recém-nascido, com o número de horas de vida, com o número de minutos em jejum e com o peso da mãe no fim da gestação. **Conclusão:** As variáveis Dopplervelocimétricas estão relacionadas a variáveis maternas e dos recém-nascidos, discutem-se fatores possivelmente implicados na associação. Sexo do recém-nascido e peso da mãe no início da gestação não alteraram nossos resultados.

DESCRITORES – Artéria mesentérica superior. Doppler. Enterocolite necrosante. Intestino. Recém-nascido. Neonatologia.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia de ultra-som Doppler nos anos 80 veio facilitar o estudo de vários segmentos vasculares, antes tidos como de difícil

acesso, pelo fato de a técnica de Dopplervelocimetria transcutânea (DT) constituir-se numa forma não invasiva de se avaliar o fluxo sanguíneo arterial e venoso, destituída de riscos e de desconforto para o paciente.

1 Resumo da tese de mestrado do Curso de Pós-Graduação em Perinatologia do Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE).

2 Mestre em Pediatria pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Mestre em Perinatologia pelo Hospital Israelita Albert Einstein.

3 Doutora em Pediatria pela Unifesp / Escola Paulista de Medicina. Vice-Coordenadora do programa de Pós-Graduação em Perinatologia do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo "Francisco Morato de Oliveira".

4 Médico ultra-sonografista.

5 Livre Docente em Neonatologia pela Unifesp / Escola Paulista de Medicina. Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Perinatologia do Hospital Israelita Albert Einstein.

Diversos segmentos vasculares podem ser examinados pela DT tais como as artérias braquiais¹, as carótidas² e a aorta³. No feto, os vasos umbilicais, a aorta e as artérias cerebrais são objeto de investigação, especialmente em gestações de alto risco^{4, 5, 6, 7, 8}. No período neonatal, o diagnóstico de trombose arterial pode ser confirmado pela Dopplervelocimetria⁹.

A técnica de mapeamento duplex é uma associação entre a imagem obtida pelo modo B do ultra-som com o sistema Doppler de onda pulsátil. A combinação dessas técnicas fornece o diagnóstico anatômico do segmento vascular, quando se analisa a imagem de alta resolução obtida pelo modo B, e fornece o diagnóstico funcional, pelo reconhecimento da curva de velocidade do fluxo sanguíneo após a colocação do volume de amostra^{10,11}.

A artéria mesentérica superior (AMS) pode ser avaliada pela ultra-sonografia Doppler. A primeira descrição realizada em seres humanos, considerada de caráter exploratório, de Dopplervelocimetria transcutânea (DT) de artéria mesentérica superior (AMS) deve-se a ALDOORI e col.¹² que, em 1985, determinaram o fluxo sanguíneo da artéria mesentérica superior em nove pacientes adultos com síndrome de “dumping”. AMS foi investigada por DT em adultos humanos saudáveis por QAMAR e col.¹³, em estudo que definiu os padrões de normalidade referente ao calibre e às velocidades de fluxo sanguíneo.

Em recém-nascidos, coube a LEIDIG¹⁴, em 1989, a primeira descrição bem documentada utilizando Doppler da AMS, definindo valores normais do calibre do vaso e análise do padrão de mudança nas variáveis Dopplervelocimétricas após a alimentação. Esse autor correlacionou as variáveis Dopplervelocimétricas com a idade pós-natal e com o volume e tipo de alimentação oferecida ao recém-nascido.

A partir desse estudo, vários outros se seguiram em recém-nascidos e a utilização da DT da AMS assume importância, tanto no estudo da fisiologia da transição da vida fetal para a neonatal^{15, 16}, quanto no estudo dos fatores da fisiologia cardiocirculatória^{17, 18} que regulam a velocidade de fluxo sanguíneo e a resistência vascular mesentérica^{19, 20}. A DT de AMS também se mostrou útil como forma de avaliação objetiva das repercussões hemodinâmicas que ocorrem no território esplâncnico, nas diversas afecções observadas nas unidades de cuidados intensivos para recém-nascidos, tais como crescimento fetal retardado^{21, 22, 23}, poliglobulia e hiperviscosidade²⁴, asfixia²⁵ e outras condições relacionadas à etiopatogenia multifatorial da enterocolite necrosante (ECN) neonatal²⁶.

O objetivo deste trabalho é determinar as variáveis Dopplervelocimétricas da artéria mesentérica superior em recém-nascidos normais a termo, relacionando-as aos fatores ligados à gestação e ao crescimento fetal.

MÉTODOS

Amostragem

Foram estudadas prospectivamente 58 mães e seus respectivos recém-nascidos (RN) a termo de ambos os sexos, num total de 59 recém-nascidos (sendo uma gestação gemelar), dados à luz no Centro Obstétrico do Hospital Israelita Albert Einstein, no período de 30 de setembro de 1997 a 12 de novembro de 1997.

Crítérios de inclusão das mães

Os critérios de inclusão das mães no estudo foram: gestação a termo, saudáveis, sem evidência de infecção materna e/ou fetal, não portadoras de afecções crônicas.

Crítérios de inclusão e exclusão dos recém-nascidos

Os critérios adotados para inclusão dos RN no estudo foram: recém-nascidos a termo, boletim de Apgar de 1 e 5 minutos maior ou igual a 5, ausência de qualquer anormalidade ao exame físico realizado por médico neonatologista não participante deste estudo, sendo excluídos os RN a termo que apresentassem mal-formações congênitas, desconforto respiratório, icterícia precoce, anemia, distúrbios metabólicos, evidências de infecções congênitas e/ou adquiridas ou de sopro cardíaco.

Foram consideradas gestações a termo aquelas com idade gestacional cronológica calculada pela data da última menstruação ou estimada pelo ultra-som gestacional entre 37 e 42 semanas. A idade gestacional do RN foi estimada pelo Método de Capurro²⁹ sendo considerado recém-nascido a termo aquele com idade gestacional maior ou igual a 37 semanas e menor ou igual a 42 semanas, segundo definição da Organização Mundial de Saúde³⁰.

Variáveis de caracterização das mães e recém-nascidos

As variáveis estudadas de caracterização das mães foram: idade, expressa em anos; número de gestações; número de partos; peso no início da gestação, expresso

em quilogramas (kg); peso no final da gestação (kg); diferença de pesos entre o final e o início da gestação (kg); altura, expressa em metros (m); e hábito de fumar.

As variáveis estudadas de caracterização de recém-nascido foram: sexo (masculino e feminino); peso de nascimento, expresso em gramas (g); comprimento de nascimento, expresso em centímetros (cm); perímetro cefálico de nascimento, expresso em centímetros (cm); idade gestacional cronológica, expressa em semanas completas; idade gestacional, estimada pelo Método de Capurro e col.²⁹, expressa em semanas completas; via de parto, quer fosse cesáreo, normal ou fórcepe; horas de vida na ocasião de exame de Dopplervelocimetria, expressas em horas; período pós-prandial, expresso em minutos (min); perda de peso, entre peso de nascimento e peso no dia da DT expressa em gramas (g).

Variáveis de caracterização da artéria mesentérica superior

As variáveis de caracterização da artéria mesentérica superior estudadas foram: calibre, expresso em milímetros (mm); velocidades sistólica, diastólica e média, expressas em centímetros por segundo (cms); índice de resistência e índice de pulsatilidade.

PROCEDIMENTOS

Consentimento pós-informado

As participação dos RN no estudo foi efetivada após consentimento pós-informado por escrito, baseado em protocolo de pesquisa previamente autorizado pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein.

O tempo de vida para que o recém-nascido entrasse no estudo, assim como o horário para a realização da DT era, sempre que possível, determinado pelos pais, já que todos os neonatos estavam em aleitamento materno exclusivo e em regime de livre demanda.

Procedimentos relacionados à Dopplervelocimetria

Para a realização da DT de AMS, todos os recém-nascidos foram posicionados em decúbito dorsal horizontal e nenhuma sedação foi necessária, porque todos os neonatos encontravam-se acordados e calmos, ou dormindo durante o procedimento.

Todas as medidas Dopplervelocimétricas foram realizadas por um único observador para prevenir a

variabilidade interobservadores e este desconhecia as condições da gestação, do parto, o tempo de vida do recém-nascido e a duração do período pós-prandial.

Para a execução da DT de AMS era aplicado gel em temperatura ambiente, na região epigástrica do recém-nascido. Foi utilizado para realização do exame ultra-sonográfico o equipamento Toshiba SSH 140 JAPAN com sistema duplex-Doppler colorido de alta resolução, com programa de detecção de fluxo lento.

O transdutor utilizado foi do tipo pediátrico setorial, multifrequencial, com frequência em modo "B", variando de 5 a 7 MHz e frequência Doppler de 5 MHz.

Os exames com ultra-som Doppler colorido de AMS foram realizados com programação técnica pré-estabelecida para exame vascular.

Para obtenção da imagem, o sensor era colocado imediatamente abaixo do apêndice xifóide do RN e as imagens eram obtidas no plano sagital. O observador utilizava o fígado como janela acústica e, sempre que possível, visualizava pelo ultra-som (Modo B) a aorta descendente em sua porção subdiafragmática, o tronco celíaco e a origem da AMS em plano inferior e caudal ao tronco celíaco. A amostra era obtida na origem da artéria mesentérica superior.

Uma vez que a imagem adequada era obtida, com o sinal auditivo Doppler, aplicava-se o modo Doppler que insonava por completo a área de secção do vaso, para se obter o espectro de velocidade.

As imagens obtidas foram documentadas em filmes Kodak 18x 24 cm, em filmes coloridos transparentes ou em papel para vídeo-impressora (Figuras 1, 2 e 3).

O ajuste dos parâmetros técnicos para análise vascular foi baseado no protocolo recomendado por RAJU³¹ e complementado pelo observador para otimização do sinal Doppler, utilizando, sempre que possível as seguintes diretrizes:

1. Profundidade de imagem de 10 cm.
2. Potência do Doppler pulsátil < 94 mW/cm².
3. "Box" delimitando área de interesse menor possível, para melhor sensibilidade do Doppler colorido.
4. Ganho do Doppler colorido adequado, minimizando artefatos.
5. Volume da amostra de 1 a 2 mm, obtido no centro da imagem do fluxo em cores. As amostras de tamanho do volume foram ajustadas para incluir o lúmen do vaso. As paredes do vaso foram excluídas para prevenir distúrbios na forma da onda.

6. Filtro de parede de 100 Hz, ajustado para melhor caracterização de toda a amplitude da onda de velocidade de fluxo.

7. Traçado espectral definido esboçando no mínimo 3 picos sistólicos semelhantes.

8. Ângulo de insonação Doppler menor que 60 graus.

9. Utilização de equipamento para traçar e marcar os pontos na curva espectral para obter a velocidade sistólica (VS), a velocidade diastólica (VD), a velocidade média (VM) e posterior cálculo automático dos índices de resistência (IR) de Pourcelot e índice de pulsatilidade (IP) definidos como:

$$\text{Índice de resistência IR} = \frac{VS - VD}{VS}$$

$$\text{Índice de pulsatilidade IP} = \frac{VS - VD}{VM}$$

Análise estatística

Para avaliar se existiam valores extremos, foram construídas as distâncias multivariadas de Mahalanobis, com as variáveis: idade da mãe, peso da mãe no momento do parto, peso da mãe antes da gravidez, diferença de peso da mãe, altura da mãe, peso do recém-nascido, comprimento do recém-nascido, perímetro cefálico, horas de vida, minutos de jejum, perda de peso do recém-nascido, calibre da artéria mesentérica, velocidade de pico sistólico, velocidade diastólica final, IR, IP e velocidade média (Figura 4).

As variáveis relativas ao número de gestações, número de parto, idade gestacional cronológica, idade gestacional estimada pelo método de Capurro, boletim de Apgar de 1 minuto e 5 minutos, não foram incluídas nestas distâncias porque elas não possuíam distribuição normal, requisito necessário para construção do limite considerado “não extremo” no gráfico das distâncias.

Determinou-se o número de observações, valores mínimo, máximo, médio, como estimador da tendência central e o desvio padrão das principais variáveis do estudo, como estimador da variabilidade da amostra (Tabelas 1, 2 e 3).

As variáveis que não foram incluídas não apresentaram nenhuma influência com as variáveis relacionadas sobre a artéria mesentérica superior.

A análise de relações entre variáveis dependentes - variáveis da artéria mesentérica superior- foi realizada para se verificar o grau de associação, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson (Tabela 4).

Para estudar a influência das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes foram construídos modelos de regressão múltipla para cada uma das medidas da artéria mesentérica superior. Estes modelos foram do tipo : $y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$ onde y representa uma das medidas realizadas na artéria mesentérica e $X_1, X_2, + \dots, X_k$ representam cada uma das variáveis independentes que, se pensa, podem estar relacionadas com a variável y.

As constantes $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ representam o quanto se modifica a variável y ante a variação de uma unidade nas variáveis independentes correspondentes.

Como o número de recém-nascidos estudados (n=59) foi pequeno em relação ao número de variáveis independentes do estudo (K = 17), os resultados obtidos devem ser considerados exploratórios.

Para avaliar a significância das variáveis independentes na equação acima foram realizados teste t de Student para cada uma das variáveis dependentes e para todas as variáveis independentes, com um nível de significância de 5%. Os valores de $p < 0.05$ foram considerados estatisticamente significativos e apontados com o asterisco.

Para chegar a modelos parcimoniosos, ou seja, com o menor número de variáveis significativas, foi utilizado o procedimento de seleção automática de variáveis de tipo “backward” -procedimento REG do “software” SAS – (Tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10).

RESULTADOS

Encontram-se abaixo as figuras 1, 2 e 3 referentes às imagens Dopplervelocimétricas obtidas de artéria mesentérica superior.



FIGURA 1 - Imagem colorida Doppler evidenciando à direita a artéria mesentérica superior na sua porção proximal, mostrando fluxo em vermelho e amarelo.

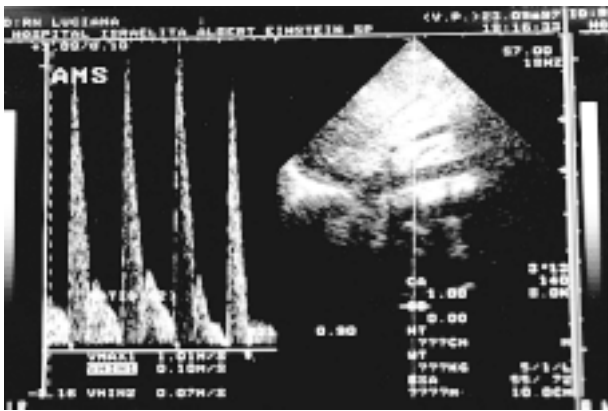


FIGURA 2 - Traçado espectral do fluxo da artéria mesentérica superior mostrando padrão de alta resistência, refletido o período de jejum.

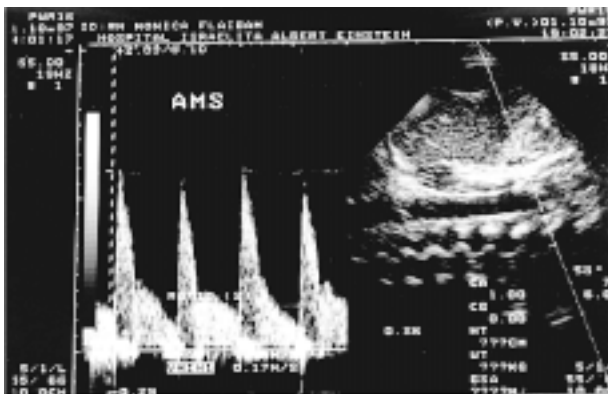


FIGURA 3 - Traçado espectral do fluxo da artéria mesentérica superior mostrando padrão de baixa resistência, refletindo o período pós-prandial.

Avaliando-se as distâncias multivariadas de Mahalanobis, para se verificar se existiam valores extremos, utilizando as variáveis maternas, neonatais e de artéria mesentérica superior já descritas, observamos que apenas 1 recém-nascido foi excluído do estudo por apresentar peso muito elevado.

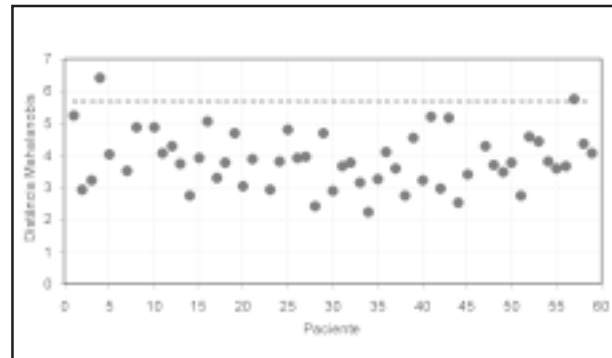


FIGURA 4 – Distâncias de Mahalanobis para avaliar observações extremas.

Das 58 mães envolvidas no estudo, cinquenta e sete eram de cor branca e uma de cor amarela. Cinquenta e uma mães não eram fumantes, 5 eram fumantes e de duas mães não se obteve a informação. O parto foi normal em 10 gestantes, em 43 delas o parto foi cesáreo e em 5 o parto foi fórcepe. Os dados amostrais referentes aos dados maternos incluídos em nossas observações são representados na tabela 1. Da observação da amostra, entre 59 recém-nascidos envolvidos no estudo, trinta e três eram do sexo feminino e 26 do sexo masculino. Os dados amostrais referentes aos recém-nascidos estão na tabela 2.

TABELA 1 – Medidas para as variáveis referentes às mães com valores mínimo, médio e máximo e desvio-padrão.

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
Idade (anos)	57	22.0	42.0	30.59	4.09
Número de gestações	57	1.0	5.0	2.00	1.06
Paridade	57	0.0	3.0	0.98	0.78
Peso atual (Kg)	57	51.8	97.5	71.57	8.95
Peso anterior (Kg)	57	42.0	80.0	58.27	7.39
Diferença de peso (Kg)	57	5.0	28.0	13.30	4.22
Altura (m)	57	1.49	1.78	1.65	0.07

TABELA 2 – Medidas para as variáveis referentes aos recém-nascidos com valores mínimo, médio e máximo e desvio-padrão.

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
Peso (g)	58	2260	4170	3258.36	409.67
Comprimento (cm)	58	45.0	53.0	49.46	1.41
Perímetro cefálico (cm)	58	32.0	38.5	34.52	1.28
Idade cronológica (sem)	58	37.0	42.0	38.89	1.05
Capurro (semanas)	58	37.0	41.0	38.84	0.92
Apgar 1 minuto	58	5.0	9.0	8.41	1.02
Apgar 5 minutos	58	8.0	10.0	9.78	0.46
Horas vida (h)	58	9.0	75.0	42.29	17.62
Jejum (min)	58	30.0	390.0	122.59	70.48
Perda peso (g)	58	0.0	410.0	182.24	92.25

Os dados amostrais referentes às variáveis Dopplervelocimétricas da AMS estão na tabela 3 e a correlação entre as variáveis na tabela 4.

TABELA 3 – Medidas para as variáveis referentes à artéria mesentérica superior com valores mínimo, médio e máximo e desvio-padrão.

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
Calibre (mm)	58	1.6	2.5	1.94	0.20
Velocidade sistólica (cm/s)	58	28.0	133.0	86.47	19.82
Velocidade diastólica (cm/s)	58	6.0	34.0	17.66	6.46
IR	58	0.54	0.89	0.79	0.07
IP	58	0.96	2.73	1.91	0.46
Velocidade média (cm/s)	58	11.0	57.0	36.93	9.54

TABELA 4 – Correlações entre as variáveis da artéria mesentérica superior.

Correlação simples	r	p	Conclusão
Velocidade média x IR	-0.3204	0.0133	*
Velocidade diastólica x Calibre	-0.1119	0.3989	NS
Velocidade média x Calibre	0.0169	0.8986	NS
Velocidade sistólica x Calibre	0.2174	0.0982	NS
IP x Calibre	0.2411	0.0659	NS
IR x Calibre	0.2784	0.0327	*
Velocidade diastólica x Velocidade sistólica	0.3172	0.0144	*
Velocidade média x Velocidade sistólica	0.7228	0.0000	**
Velocidade média x Velocidade diastólica	0.7632	0.0000	**
IP x IR	0.8121	0.0000	**

NS Hipótese não significativa
 * Hipótese significativa ao 5%
 ** Hipótese significativa ao 1%

Observamos que o calibre da AMS não se correlaciona com as velocidades sistólica, diastólica e média. O calibre correlaciona-se positivamente com IR porém não com o IP. Nota-se que a velocidade média

correlaciona-se negativamente com o IR e que a velocidade diastólica correlaciona-se positivamente com a velocidade sistólica.

TABELA 5 – Resultados da análise de regressão (seleção “backward”) em relação ao calibre da artéria mesentérica superior.

Calibre					
Variável	GL	Coefficiente	Erro padrão	T	p
Constante	1	3.6393	0.7787	4.67	0.0001
Idade da mãe	1	0.0135	0.0062	2.20	0.0322
Peso do recém-nascido	1	0.00015	0.00006	2.38	0.0211
Perímetro cefálico	1	-0.0754	0.0265	-2.85	0.0061
R ² ajustado	0.1246				
DP erro	0.187				
GL erro	55				

TABELA 6 – Resultados da análise de regressão (seleção “backward”) em relação à velocidade sistólica da artéria mesentérica superior.

Velocidade sistólica					
Variável	GL	Coefficiente	Erro padrão	T	p
Constante	1	51.1297	15.2501	3.35	0.0015
Peso do recém-nascido	1	0.0112	0.0044	2.56	0.0134
Perda peso	1	0.0525	0.0258	2.04	0.0466
R ² ajustado	0.1916				
DP erro	17.82				
GL erro	55				

TABELA 7 – Resultados da análise de regressão (seleção “backward”) em relação à velocidade diastólica da artéria mesentérica superior.

Velocidade diastólica					
Variável	GL	Coefficiente	Erro padrão	t	p
Constante	1	5.1776	6.4767	0.80	0.4274
Peso atual da gestante	1	0.2420	0.0865	2.80	0.0070
Horas de vida	1	-0.1149	0.0437	-2.63	0.0110
R ² ajustado	0.1771				
DP erro	5.86				
GL erro	56				

TABELA 8 – Resultados da análise de regressão (seleção “backward”) em relação ao índice de resistência da artéria mesentérica superior.

Índice de Resistência					
Variável	GL	Coefficiente	Erro padrão	t	p
Constante	1	0.7281	0.0239	30.48	0.0001
Horas de vida	1	0.0015	0.0005	2.76	0.0079
R ² ajustado	0.1053				
DP erro	0.070				
GL erro	55				

TABELA 9 – Resultados da análise de regressão (seleção “backward”) em relação ao índice de pulsatilidade da artéria mesentérica superior.

Índice de Pulsatilidade					
Variável	GL	Coefficiente	Erro padrão	t	p
Constante	1	2.4368	0.5323	4.58	0.0001
Idade	1	0.0332	0.0133	2.49	0.0160
Número de gestações	1	-0.1845	0.0695	-2.65	0.0107
Paridade	1	0.2035	0.0928	2.19	0.0330
Peso atual	1	-0.0217	0.0060	-3.61	0.0007
Horas de vida	1	0.0094	0.0029	3.19	0.0025
Minutos em jejum	1	-0.0018	0.0008	-2.35	0.0227
R ² ajustado	0.3328				
DP erro	0.380				
GL erro	50				

TABELA 10 – Resultados da análise de regressão (seleção “backward”) em relação à velocidade média da artéria mesentérica superior.

Velocidade média					
Variável	GL	Coefficiente	Erro padrão	t	p
Constante	1	-80.3607	40.4971	-1.98	0.0521
Peso atual da gestante	1	0.3008	0.1309	2.30	0.0253
Comprimento	1	1.9358	0.8248	2.35	0.0225
R ² ajustado	0.1553				
DP erro	8.77				
GL erro	56				

DISCUSSÃO

A AMS no período de jejum apresenta características Dopplervelocimétricas de artéria de alta resistência vascular por apresentar fluxo sanguíneo com velocidade diastólica baixa ou componente reverso transitório e velocidade sistólica alta¹¹.

Após a alimentação, ocorre uma vasodilatação esplâncnica representada por uma mudança no espectro

da onda, que passa a mostrar características de artéria de baixa resistência, ou seja o fluxo sanguíneo se faz com aumento da velocidade diastólica e perda do componente reverso, o que representa uma diminuição na resistência vascular¹³.

O fluxo da AMS apresenta um padrão laminar, expressão do movimento ordenado das hemácias em camadas paralelas entre si e entre as paredes da artéria.

Dessa forma, à semelhança de outras artérias normais, as hemácias estão se movimentando na mesma direção e em velocidades semelhantes. Na circulação arterial, o fluxo apresenta-se de forma pulsátil devido à variação na velocidade dos elementos sanguíneos durante o ciclo cardíaco em função do tempo.

A mensuração das velocidades sistólica, diastólica e média e, a partir delas, o cálculo dos índices de resistência e pulsatilidade, permitem a análise da resistência vascular. Quando se considera a área seccional vascular assumindo a forma circular, obtém-se a estimativa do volume de fluxo. Tanto o índice de resistência quanto o de pulsatilidade são índices de resistência vascular, sendo que o índice de pulsatilidade é preferível quando a velocidade diastólica se aproximar de zero, tornando o índice de resistência pouco sensível às mínimas variações³².

Em nosso estudo optamos por avaliar recém-nascidos a termo normais, para conhecer as variáveis Dopplervelocimétricas nos primeiros dias de vida. Todos os neonatos estavam em aleitamento materno exclusivo para se prevenir a interferência dos diferentes tipos de leite nas respostas motora e vascular intestinal^{14,15}. Optamos por avaliar os neonatos não expostos à fototerapia em função da vasoconstrição que ocorre no leito vascular mesentérico, observada quando da exposição desses neonatos à luz³³. Foram excluídos os neonatos com boletim de Apgar de 5 minutos menor que 5, para se evitar possível influência de asfixia na redistribuição de fluxo sanguíneo para os diferentes territórios vasculares²⁵. Não foram administrados quaisquer medicamentos aos recém-nascidos, exceto vitamina K, na profilaxia da doença hemorrágica neonatal. Todos os neonatos foram examinados para se afastar policitemia-hiperviscosidade clinicamente significativas, bem como qualquer sinal que demonstrasse afecção do aparelho cardiovascular. Na alta hospitalar todos os recém-nascidos foram acompanhados de suas mães e tiveram o diagnóstico de eutrofia.

O estudo das variáveis Dopplervelocimétricas mostrou que a média do calibre da AMS mostrou-se inferior à média de 3,2 mm obtida por LEIDIG¹⁴, que observou valores entre 1,7 e 3,7 mm embora os recém-nascidos participantes do nosso estudo estivessem nas mesmas faixas de peso e idade gestacional. O calibre da AMS correlacionou-se positivamente com o peso corporal do recém-nascido a termo em nosso estudo. O relato de VAN BEL e col.¹⁹ demonstra tal correlação quando compara recém-nascidos com faixas de peso bastante diversas, incluindo recém-nascidos a termo e pré-termo. Ressalte-se que, avaliando exclusivamente recém-nascidos a termo, tal correlação foi estatisticamente significativa.

A medida do calibre da AMS é pouco utilizada pois, devido ao diminuto diâmetro do vaso, pequenos erros na obtenção dessa mensuração poderiam levar a erros na estimativa do volume de fluxo sanguíneo da AMS, em cujo cálculo se utiliza o diâmetro da AMS multiplicado pela velocidade média. Atualmente, a medida do volume de fluxo sanguíneo é pouco empregada, utilizando-se, preferentemente, os índices de resistência, pulsatilidade e as velocidades sistólica, diastólica e média.

Diferentemente da associação com o peso corporal, em nosso estudo, o calibre da AMS relacionou-se de forma negativa com o perímetro cefálico. Não encontramos em nenhum relato da literatura a correlação entre calibre da AMS e medida do perímetro cefálico. É fato conhecido que a redistribuição de fluxo sanguíneo útero-placentário-fetal privilegia o território cerebral em detrimento do território esplâncnico, em condições de retardo de crescimento fetal e hipoxia intra-uterina. Em nosso estudo, não havia evidências de crescimento fetal retardado, peso pequeno para a idade gestacional, asfixia perinatal ou boletim de Apgar baixo em nenhum dos conceitos. Podemos supor que haja mecanismos fetais intrínsecos, não relacionados à hipoxia, de distribuição de fluxo sanguíneo para os diversos territórios vasculares, privilegiando o território cerebral às expensas do território mesentérico, talvez ditados pelo genoma fetal, que determinam o crescimento somático distinto entre os diversos segmentos corporais.

Não houve correlação das outras variáveis dependentes de fluxo sanguíneo da AMS com o perímetro cefálico, indicando que, na população de recém-nascidos a termo e saudáveis, independente do padrão normal de crescimento do segmento cefálico, o volume de fluxo sanguíneo mesentérico se mantém por ajustes nas diferentes variáveis de fluxo, independente do calibre do vaso sanguíneo.

A velocidade sistólica da AMS correlacionou-se exclusivamente com as variáveis: peso de nascimento, percentual de perda de peso e número de minutos em jejum.

A velocidade sistólica correlacionou-se positivamente com o peso de nascimento, confirmando dados obtidos por VAN BEL e col.¹⁹. Mesmo quando analisada apenas a população de recém-nascidos a termo, como ocorreu em nossa pesquisa, a velocidade sistólica tende a ser maior nos neonatos de peso mais elevado, possivelmente para atender as demandas teciduais, que devem ser quantitativamente maiores. Tais demandas metabólicas gastrointestinais vão se elevar no decorrer das primeiras horas de vida, quando o padrão de sucção ao seio materno estará habitualmente mais bem

estabelecido. Portanto, a perda de peso que fisiologicamente ocorre nos primeiros dias de vida-medida indireta do tempo de vida do recém-nascido-correlaciona-se diretamente com o aumento da velocidade sistólica na AMS, confirmando estudos de COOMBS e col.¹⁵.

A velocidade sistólica da AMS guarda relação inversa com o número de minutos em jejum, demonstrando que a ingestão de alimentos leva à elevação da velocidade sistólica, o que representa maior aporte de fluxo sanguíneo intestinal requerido para o processo digestivo.

As velocidades diastólica e média de AMS não se correlacionaram significativamente com o peso de nascimento do RN em nossa pesquisa. A velocidade média de AMS correlacionou-se positivamente com o comprimento do recém-nascido, outra medida antropométrica do neonato não citada na literatura no estudo de Doppler de AMS. O mesmo estudo de VAN BEL e col.¹⁹ mostra correlação positiva dessas variáveis Dopplervelocimétricas com o peso ao nascer. Devemos considerar que naquele estudo participaram recém-nascidos a termo e pré-termo de pesos e idades gestacionais bastante diversas, de forma que diferentes padrões de velocidade diastólica e média de AMS podem ter se apresentado em função de diferenças na idade gestacional, não relacionadas ao peso de nascimento. GLADMAN e col.³⁴ não encontraram qualquer correlação entre velocidades de fluxo sanguíneo mesentérico e idade gestacional, ou peso de nascimento, ou ainda idade pós-natal, quando analisou exclusivamente a população de recém-nascidos pré-termo, que não foi objeto de avaliação na presente pesquisa.

A velocidade diastólica de AMS correlacionou-se negativamente com o número de horas de vida. Os índices de resistência e pulsatilidade mostraram-se correlacionados diretamente com o número de horas de vida. As associações nos levam a supor que, na população estudada, cujo tempo médio de vida era de 42 horas e o de jejum era de 122 minutos por ocasião da Dopplervelocimetria, a AMS já mostrava um padrão de alta resistência vascular no período de jejum, mais evidente nos neonatos com maior número de horas de vida.

MARTINUSSEN e col.¹⁷ observaram aumento progressivo na velocidade diastólica nas primeiras horas de vida e queda na resistência vascular da AMS, relacionando-as ao débito cardíaco, ao fechamento do canal arterial e à redistribuição do fluxo sanguíneo para outros territórios vasculares. Entretanto, todos os neonatos avaliados foram dados à luz via parto vaginal e foi utilizado como índice de resistência a razão entre pressão arterial média e velocidade média da AMS. Em

nosso estudo, não dispomos de dados desde a primeira hora de vida; 75% dos recém-nascidos foram dados à luz via cesárea e, apesar de estarem hemodinamicamente estáveis, sabemos que, tanto a concentração sérica de catecolaminas quanto a adaptação cardiocirculatória poderiam diferir significativamente nas primeiras horas de vida, modificando a distribuição de sangue para os diferentes territórios, se consideradas as diferentes vias de parturição³⁵. Analisando se a via de parto poderia interferir na resistência vascular mesentérica, não encontramos variações significativas em nossa amostra. Entretanto, esse dado deve ser futuramente mais bem averiguado porque, a falta de ascensão na concentração plasmática de catecolaminas no sangue neonatal no parto cesáreo eletivo é devida especificamente à falta de trabalho de parto e não à via final de extração do concepto. Em nosso estudo havia recém-nascidos de parto cesáreo, cuja mãe estava em trabalho de parto e outros nos quais a cirurgia foi eletiva.

Nós não realizamos a medida da pressão arterial sistêmica devido à evidência de falta de correlação entre pressão arterial e variações no fluxo sanguíneo mesentérico em condições de homeostase²⁰.

Quando analisamos o peso da mãe no final da gravidez, observamos que existe uma significativa correlação positiva entre o peso da mãe e as velocidades média e diastólica da AMS. Existe também uma significativa correlação negativa entre o peso da mãe e o índice de pulsatilidade, indicando uma maior queda da resistência no leito mesentérico quando a mãe atingiu maior peso no final da gravidez. Não há relatos na literatura sobre tal associação de forma que podemos fazer algumas suposições tomando como base evidências putativas sobre o papel que a leptina poderia exercer para explicar essa associação.

Considerando que a concentração sérica de leptina relaciona-se positivamente com o peso da gestante no final da gravidez³⁶, que o leite humano contém leptina³⁷, especialmente em sua fração gordurosa³⁸, que as células intestinais podem expressar receptores de leptina³⁹ bem como os gânglios pré-vertebrais neurais que atuam na modulação do tônus vascular mesentérico⁴⁰, podemos supor que a leptina possa estar envolvida na resposta vascular mesentérica e, de alguma forma, tanto as reservas maternas de gordura acumuladas durante a gestação, quanto a leptinemia neonatal, assim como a concentração de leptina no colostro e leite maduro poderiam modificar as respostas vasculares na artéria mesentérica superior em condições fisiológicas.

Acreditamos que a Dopplervelocimetria de artéria mesentérica superior se constitui num instrumento da propedêutica armada não invasivo, de fácil realização,

destituído de riscos para o paciente, que poderá auxiliá-los na prática clínica para avaliar a influência dos múltiplos fatores envolvidos, alguns já conhecidos, e de outros, ainda não correlacionados, na compreensão da etiopatogenia para melhor tratamento da enterocolite necrosante neonatal.

CONCLUSÕES

1. A média do calibre da AMS foi de 1.94 mm e correlacionou-se positivamente com o peso de nascimento do recém-nascido e negativamente com o perímetro cefálico.

2. A média da velocidade sistólica foi de 86.47 cm/s e correlacionou-se positivamente com o peso de nascimento do recém-nascido e com o percentual de perda de peso do recém-nascido, e negativamente com o número de minutos em jejum do recém-nascido.

3. A média da velocidade diastólica foi de 17.66 cm/s e correlacionou-se negativamente com o número de horas de vida do recém-nascido e positivamente com o peso da mãe no final da gestação.

4. A média da velocidade média foi de 36.93 cm/s e correlacionou-se positivamente com o peso da mãe no final da gestação e com o comprimento do recém-nascido.

5. Os valores médios dos índices de resistência e de pulsatilidade foram respectivamente 0.79 e 1.91 e correlacionaram-se positivamente com o número de horas de vida do recém-nascido.

6. O índice de pulsatilidade correlacionou-se negativamente com o número de minutos em jejum do recém-nascido e com o peso da mãe no final da gestação.

REFERÊNCIAS

1. Levenson JA, Peronneau PA, Simon A, Safar ME. Pulsed Doppler: determination of diameter, blood flow velocity, and volumic flow of brachial artery in man. *Cardiovasc Res* 1981;15(3):164-70.
2. Phillips DJ, Greene FM Jr, Langlois Y, Roederer GO, Strandness DE Jr. Flow velocity patterns in the carotid bifurcations of young, presumed normal subjects. *Ultrasound Med Biol* 1983;9(1):39
3. Alverson DC, Eldridge M, Dillon T, Yabek SM, Berman W Jr. Noninvasive pulsed Doppler determination of cardiac output in neonates and children. *J Pediatr* 1982;101(1):46
4. Bell JG, Ludomirsky A, Bottalico J, Weiner S. The effect of improvement of umbilical artery absent end-diastolic velocity on perinatal outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1992;167(4Pt1):1015-20
5. Battaglia C, Artini PG, Galli PA, D'Ambrogio G, Droghini F, Genazzani AR. Absent or reversed end-diastolic flow in umbilical artery and severe intrauterine growth retardation. An ominous association. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1993;72(3):167-71.
6. Valcamonica A, Danti L, Frusca T, Soregaroli M, Zucca S, Abrami F, Tiberti A. Absent end-diastolic velocity in umbilical artery: risk of neonatal morbidity and brain damage. *Am J Obstet Gynecol* 1994 170 (3): 796-801.
7. Kempley ST, Vyas S, Bower S, Nicolaidis KH, Gamsu H. Cerebral and renal artery blood flow velocity before and after birth. *Early Hum Dev* 1996; 461 (1-2):165-74.
8. Baschat AA, Weiner CP. Umbilical artery Doppler screening for detection of small fetus in need of antepartum surveillance. *Am J. Obstet Gynecol* 2000;182 (1 Pt 1): 154-8.
9. Gudinchet F, Dreyer JL, Payot M, Duvoisin B, Laurini R. Imaging of neonatal arterial thrombosis. *Arch Dis Child* 1991;66(10 Spec No): 1158-9.
10. Wells PNT. Basic principles and Doppler physics. In: Taylor e col., editors. *Clinical applications and Doppler ultrasound* 2 nd ed. New York: Raven Press; 1995.p.1-17.
11. Taylor GA. Blood flow in the superior mesenteric artery: estimation with Doppler US. *Radiology* 1990;174 (1):15-6.
12. Aldoori MI, Qamar MI, Read AE, Williamson RC. Increased flow in the superior mesenteric artery in dumping syndrome. *Br J Surg* 1985;72(5):389-90.
13. Qamar, MI, Read AE, Skidmore R, Evans JM, Wells PN. Transcutaneous Doppler ultrasound measurement of superior mesenteric artery blood flow in man. *Gut* 1986 a;27:100-105.
14. Leidig E. Pulsed Doppler ultrasound blood flow measurements in the superior mesenteric artery of the newborn. *Pediatr Radiol* 1989;19:169-72.
15. Coombs RC, Morgan ME, Durbin GM, Booth IW, McNeish AS. Doppler assessment of human neonatal gut blood flow velocities: postnatal adaptation and response to feeds. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1992 ;15(1):6-12.
16. Agata Y, Hiraishi S, Misawa H, Hirota H, Nowatari M, Hiura K, Fujino N, Oguchi K, Horiguchi Y. Regional blood flow distribution and left ventricular output during early neonatal life: a quantitative ultrasonographic assessment. *Pediatr Res* 1994;36(6):805
17. Martinussen M, Brubakk AM, Linker DT, Vik T, Yao AC. Mesenteric blood flow velocity and its relation to circulatory adaptation during the first week of life in healthy term infants. *Pediatr Res* 1994;36(3):334-9.
18. Martinussen M, Brubakk AM, Vik T, Yao AC. Mesenteric blood flow velocity and its relation to transitional circulatory adaptation in appropriate for gestational age preterm infants. *Pediatr Res* 1996;39(2):275-80.
19. Van Bel F, Van Zwieten PH, Guit GL, Schipper J. Superior mesenteric artery blood flow velocity and estimated volume flow: duplex Doppler US study of preterm and term neonates. *Radiology* 1990;174(1):165-9.
20. Kempley ST, Gamsu HR. Arterial blood pressure and blood flow velocity in major cerebral and visceral arteries. I. Interindividual differences. *Early Hum Dev* 1993;34(3):227-32.
21. Hackett GA, Campl S, Gamsu H, Cohen-Overbeek T, Pearce JM. Doppler studies in the growth retarded fetus and prediction of neonatal necrotising enterocolitis, haemorrhage, and neonatal morbidity. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1987;294(6563):13-6.
22. Kempley ST, Gamsu HR, Vyas S, Nicolaidis K. Effects of intrauterine growth retardation on postnatal visceral and cerebral blood flow velocity. *Arch Dis Child* 1991;66(10 Spec No): 1115-8.
23. Martinussen M, Brubakk AM, Vik T, Yao AC. Relationship between intrauterine growth retardation and early postnatal superior mesenteric artery blood flow velocity. *Biol Neonate* 1997;71(1):22-30.

24. Nelle M, Zilow EP, Bastert G, Linderkamp O. Effect of Leboyer childbirth on cardiac output, cerebral and gastrointestinal blood flow velocities in full-term neonates. *Am J Perinatol* 1995;12(3):212-6.
25. Akinbi H, Abbasi S, Hilpert PL, Bhutani VK. Gastrointestinal and renal blood flow velocity profile in neonates with birth asphyxia. *J Pediatr* 1994 ;125(4):625-7.
26. Coombs RC, Morgan ME, Durbin GM, Booth IW, McNeish AS. Abnormal gut blood flow velocities in neonates at risk of necrotising enterocolitis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1992;15(1):13-19.
27. Kempley ST, Gamsu HR. Superior mesenteric artery blood flow velocity in necrotizing enterocolitis. *Arch Dis Child* 1992; 67:793-6
28. Deeg KH, Rupprecht T, Schmid E. Doppler sonographic detection of increased flow velocities in the celiac trunk and superior mesenteric artery in infants with necrotizing enterocolitis. *Pediatr Radiol* 1993;23(8):578-82.
29. Capurro H, Konichzky S, Fonseca D, Caldeira-Barcia R. A simplified method for diagnosis of gestacional age in newborn infant. *J Pediatr*, 1978; 93:120-2.
30. World Health Expert Committee on Maternal and Child Health. Public health aspects of low birth weight. Geneve, Switzerland. Who Tech Rep Serv, 1961;121.
31. Raju TN . Cranial Doppler applications in neonatal critical care. *Crit Care Clin* 1992;8(1):93-111.
32. Burns PN, Jaffe CC. Quantitative flow measurements with Doppler ultrasound: techniques, accuracy, and limitations. *Radiol Clin North Am* 1985 ;23(4):641-57.
33. Yao AC, Martinussen M, Johansen OJ, Brubakk AM. Phototherapy-associated changes in mesenteric blood flow response to feeding in term neonates. *J Pediatr* 1994;124(2):309-12.
34. Gladman G, Sims DG, Chiswick ML. Gastrointestinal blood flow velocity after the first feed. *Arch Dis Child* 1991;66:17-20.
35. Puolakka J, Kauppila A, Tuimala R, Jouppila R, Vuori J. The effect of parturition on umbilical blood plasma levels of norepinephrine. *Obstet Gynecol* 1983;61(1):19-21.
36. Hassink SG, de Lancey E, Sheslow DV, Smith-Kirwin SM, O'Connor DM, Considine RV, Opentanova I, Dostal K, Spear ML, Leef K, Ash M, Spitzer AR, Funanage VL . Placental leptin: an important new growth factor in intrauterine and neonatal development? *Pediatrics* 1997 ;100(1):E1.
37. Casabiell X, Pineiro V, Tome MA, Peino R, Dieguez C, Casanueva FF. Presence of leptin in colostrum and / or breast milk from lactating mothers: a potential role in the regulation of neonatal food intake. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82(12):4270-3.
38. Houseknecht KL, McGuire MK, Portocarrero CP, McGuire MA, Beerman K. Leptin is present in human milk and is related to maternal plasma leptin concentration and adiposity. *Biochem Biophys Res Commun* 1997;240(3):742-7.
39. Morton NM, Emilsson V, Liu YL, Cawthorne MA. Leptin action in intestinal cells. *J Biol Chem* 1998; 273(40):26194-201.
40. Miller SM, Schamalz PF, Benarroch EE, Szyszewski JH. Leptin receptor immunoreactivity in sympathetic prevertebral ganglion neurons of mouse and rat. *Neurosci Lett* 1999; 265(2):75-8.

Badaró-Marques CS, Casanova LD, Aranha C, Segre CAM. Dopplervelocimetry of superior mesenteric artery in term newborns. Acta Cir Bras [serial online] 2002 Sept-Oct;17(5). Available from URL: <http://www.scielo.br/acb>.

ABSTRACT – Objective: The evaluation of mesenteric blood flow using transcutaneous Dopplervelocimetry of superior mesenteric artery (SMA) is a non-invasive method for evaluation of the factors involving the intestinal sanguineous perfusion. This study was carried out to determine the SMA Dopplervelocimetry variables in term newborns, relating them to gestation and to fetal growth. **Methods:** Fifty-eight mothers and their 59 neonates (one twin gestation) whose deliveries occurred at Hospital Israelita Albert Einstein were included. Toshiba SSH 140 equipment with color duplex-Dopplersystem of high-resolution was used, evaluating the SMA in its origim, determining caliber, systolic velocity, diastolic velocity, mean velocity and resistance and pulsatility indexes. **Results:** It was observed that the caliber of superior mesenteric artery was 1.94 mm; the mean of systolic velocity was 86.47 cm/s ; the mean of diastolic velocity was 17.66 cm/s and mean velocity 36.93 .The indexes of resistance and pulsatility were 0.79 and 1.91 (DP 0.46 and 9.54) respectively. The SMA caliber correlated positively with birth weight and negatively with cephalic perimeter. The velocities and indexes are related to the anthropometric data of the newborn, to hours after birth, to minutes of fasting and to the mother's weight at the end of gestation. **Conclusion:** It can be concluded that the SMA Dopplervelocimetric variables are related to the maternal and newborns' variables; possible factors involving this association are discussed. Characteristics such as newborn gender and mother's weight at the beginning of gestation did not alter results.

KEY WORDS – Superior mesenteric artery. Necrotizing enterocolitis. Bowel. Newborn. Neonatology.

Conflito de interesse: nenhum
Fonte de financiamento: nenhuma

Endereço para correspondência:

Carmen Solange Badaró Marques
Rua Conselheiro Saraiva, 306/123
02037-020 São Paulo – SP
noel@hipernet.com.br

Data do recebimento: 14/05/2002
Data da revisão: 11/06/2002
Data da aprovação: 10/07/2002