

MARINA THOMPSON DOS SANTOS NUNAN

**ADEQUAÇÃO DIALÍTICA EM CÃES PORTADORES DE INSUFICIÊNCIA RENAL
CRÔNICA**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de Mestre
em Medicina Veterinária.

Área: Medicina e cirurgia
Orientador: Prof. Júlio César Cambraia Veado

Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2008

SUMÁRIO

	SUMÁRIO	05
	LISTA DE TABELAS	07
	LISTA DE FIGURAS	09
	RESUMO	11
	ABSTRACT	12
1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Hemodiálise.....	14
2.1.1	Histórico.....	14
2.1.2	Indicações para hemodiálise.....	15
2.1.2.1	Insuficiência renal crônica.....	17
2.1.3	Equipamentos para hemodiálise.....	19
2.1.3.1	Material permanente.....	20
2.1.3.2	Material de consumo.....	22
2.1.4	Adequação da hemodiálise.....	25
2.1.4.1	<i>Clearance</i> da uréia.....	26
2.1.5	Acesso vascular para hemodiálise.....	27
2.1.6	Anticoagulação em hemodiálise.....	29
2.1.7	Complicações da hemodiálise.....	31
3	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1	Localização e período experimental.....	33
3.2	Animais experimentais	33
3.3	Delineamento experimental.....	34
3.4	Contenção e cateterismo.....	34
3.5	Hemodiálise.....	35
3.6	Exame clínico.....	36
3.7	Exames laboratoriais.....	37
3.7.1	Hemograma.....	37
3.7.2	Bioquímica do sangue.....	37
3.7.3	Urinalise.....	38
3.8	Análise estatística.....	38

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Hematologia.....	38
4.2	Bioquímica do sangue.....	44
4.3	Urinálise.....	54
5	CONCLUSÃO	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
7	ANEXOS	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Equipamentos permanentes e de consumo para hemodiálise.....	20
Tabela 2	Composição básica das soluções concentradas para hemodiálise.....	36
Tabela 3	Valores médios de proteínas plasmáticas (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	39
Tabela 4	Valores médios de volume globular (%) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	40
Tabela 5	Valores médios de hemoglobina (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	41
Tabela 6	Valores médios de CHCM (%) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	42
Tabela 7	Valores médios de leucócitos (células/ μ l) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	42
Tabela 8	Valores médios de neutrófilos segmentados (células/ μ l) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	43
Tabela 9	Valores médios de uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	44
Tabela 10	Valores médios de creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	47
Tabela 11	Valores médios de proteínas totais (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	50

Tabela 12	Valores médios de albumina (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	51
Tabela 13	Valores médios de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	51
Tabela 14	Valores médios de potássio (mEq/l) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Avaliação da concentração da uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	45
Figura 2	Avaliação da concentração da uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 48 horas.....	45
Figura 3	Avaliação da concentração da uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 72 horas.....	46
Figura 4	Avaliação da concentração da creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	48
Figura 5	Avaliação da concentração da creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 48 horas.....	48
Figura 6	Avaliação da concentração da creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 72 horas.....	49
Figura 7	Avaliação da concentração de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.....	52
Figura 8	Avaliação da concentração de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 48 horas.....	52

Figura 9	Avaliação da concentração de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 72 horas.....	53
Figura 10	Desenho esquemático de um dialisador.....	56
Figura 11	Linhas de sangue (<i>set</i>).....	56
Figura 12	Cateter duplo-lúmen.....	56
Figura 13	Pontos de coagulação dentro do dialisador.....	56
Figura 14	Cateter central implantado na jugular.....	56
Figura 15	Máquina de hemodiálise modelo 2008 –C.....	57
Figura 16	Estação de tratamento de água modelo WTU 100.....	57
Figura 17	Soluções concentradas específicas para hemodiálise.....	57
Figura 18	Hemodialisador.....	57
Figura 19	Animal durante a hemodiálise.....	57

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estabelecer a melhor adequação dialítica para caninos portadores de insuficiência renal crônica, avaliando o tempo da sessão de diálise, o período interdialítico e os dialisadores de baixo fluxo (de baixa e alta performance). Foram formados quatro grupos experimentais de seis animais cada sendo: Grupo I: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, intervalo interdialítico de 48 horas e hemodialisador de baixa performance. Grupo II: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, intervalo interdialítico de 48 e hemodialisador de alta performance. Grupo III: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, intervalo interdialítico de 72 horas e hemodialisador de baixa performance. Grupo IV: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, intervalo interdialítico de 72 horas e hemodialisador de alta performance. O acesso foi feito por meio da veia jugular externa, onde foi implantado cateter temporário mono-lúmen do tipo "agulha por fora", calibre 14G, de poliuretano e comprimento de 30,4 cm. Para retorno sanguíneo foi implantado na veia cefálica cateter vascular temporário do tipo "agulha por dentro", calibre de 20G, de vialon e comprimento de 3,0 cm. Para realização da diálise também foram utilizadas uma máquina de proporção individual modelo 2008 C, uma estação de tratamento de água modelo WTU 100 com sistema de osmose reversa e hemodialisadores de fibras ocas do tipo sintético de polissulfona. A anticoagulação foi feita com heparina sódica na dose de 100 UI/kg para *priming*, repetida na dose de 25UI/Kg a 30 minutos, sendo a última aplicação feita uma hora antes do término da sessão de hemodiálise. O fluxo sanguíneo médio foi de 120 ml/minuto. Na avaliação hematológica observou-se aumento nos valores de hemoglobina, volume globular, CHCM, leucócitos, neutrófilos segmentados e proteínas plasmáticas. Na bioquímica sérica observou-se diminuição nos valores das concentrações de uréia, creatinina, potássio, fósforo e aumento nos valores de albumina e proteínas totais, pós-diálise. Na avaliação urinária não foram observadas alterações decorrentes do procedimento dialítico. Os dialisadores de alta performance apresentaram depuração cerca de 20% mais eficaz que os de baixa performance, para cada sessão de diálise. O tempo de três horas de sessão de diálise foi capaz de depurar, em média, 50% de uréia e 45% de creatinina. Não houve diferença significativa entre os intervalos interdialíticos de 48 e 72 horas.

Palavras-chave: cão, hemodiálise, diálise, insuficiência renal crônica, hemodialisador.

ABSTRACT

The objective of this study was to establish the most adequate dialysis for dogs suffering from chronic renal failure, considering the time of dialysis session, the interdialytic period and the low-flux dialyzers (high and low performance). There were four experimental groups of six animals each are: Group I: rats that underwent two hemodialysis sessions, with three hours each, interdialytic interval of 48 hours of dialysis and low performance. Group II: animals subjected to the two hemodialysis sessions, with three hours each, interdialytic interval of 48 hemodialysis and high performance. Group III: animals subjected to the two hemodialysis sessions, with three hours each, interdialytic interval of 72 hours of dialysis and low performance. Group IV: animals subjected to the two hemodialysis sessions, with three hours each, interdialytic interval of 72 hours of dialysis and high performance. Access was made through the external jugular vein, where a temporary catheter was implanted mono-lumen type "needle out," 14G gauge, polyurethane and length of 30.4 cm. To return blood was implanted in the cephalic venous catheter type temporary "needle through," Gage 20G of Vialon and length of 3.0 cm. To perform the dialysis were also used to share a single machine model 2008 C, a water treatment plant water WTU model 100 system with reverse osmosis and hemodialysis hollow fibers of the synthetic type of polysulfone. Anticoagulation was achieved with heparin at a dose of 100 IU / kg for priming, repeated the dose 25UI/Kg to 30 minutes, the last application made one hour before the end of dialysis. The mean blood flow was 120 ml / minute. Hematological evaluation revealed an increase in hemoglobin, packed cell volume, MCHC, WBC, segmented neutrophils and plasma proteins. In serum biochemistry showed a decrease in the values of concentrations of urea, creatinine, potassium, phosphorus and increase in the values of albumin and total protein, after dialysis. In assessing urinary changes were not observed under the dialysis procedure. The high performance dialyzers showed clearance about 20% more effective than the low performance for each dialysis session. The time of three hours of dialysis was able to debug, on average, 50% to 45% urea and creatinine. There was no significant difference between the interdialytic intervals of 48 and 72 hours.

Key-words: dog, hemodialysis, dialysis, chronic renal failure, dialyzers.

1- INTRODUÇÃO

Já há alguns anos, várias terapias comprovadamente eficazes em seres humanos foram extrapoladas e utilizadas para animais. A hemodiálise, que possui diversas aplicações no homem, vem sendo adaptada para o tratamento de caninos e felinos com resultados semelhantes àqueles obtidos na medicina humana (Veado et al., 2002).

Os trabalhos sobre hemodiálise em medicina veterinária são relativamente recentes, e tiveram início na década de 90 quando a técnica foi realizada com sucesso por pesquisadores da Universidade da Califórnia (EUA) (Veado, 2003).

Para a medicina humana, durante vários anos, a adequação da técnica de hemodiálise foi baseada em dois princípios: a erradicação dos sinais e sintomas da uremia, e a reabilitação do paciente. Nos anos 70 esta adequação foi baseada nos sintomas clínicos e em dados laboratoriais. Determinou-se a partir de então que o padrão de uma sessão de hemodiálise deveria ter quatro horas de duração, com repetições a cada 48 horas, sendo este o melhor método, para o maior número de pacientes.

Em medicina veterinária, a prescrição de hemodiálise tem sido realizada empiricamente, e pouco esforço tem sido realizado para justificar ou padronizar as prescrições de diálise.

Nas últimas décadas vem se discutindo qual o procedimento ideal de hemodiálise, ou seja, aquele em que o indivíduo tenha o melhor resultado com o menor tempo, e o menor sofrimento. O procedimento padrão de sessões de quatro horas de duração, realizadas a cada 48 horas tem sido questionado, e estudos vêm sendo realizados a fim de se determinar a necessidade ou não de mudanças.

Para Cowgill e Langston (1996), a eficácia da hemodiálise em caninos deve ser prevista por meio do controle e da regulação do metabolismo da uréia.

A hemodiálise é um adjuvante importante no tratamento dos animais que padecem de síndrome urêmica, independente de serem portadores de insuficiência renal crônica (IRC) ou aguda (IRA). A idéia de sua aplicação na Medicina Veterinária é justificada por se tratar de uma técnica que permite a retirada imediata de substâncias indesejáveis do sangue, minimizando ou mesmo impedindo, seus efeitos tóxicos no organismo.

O presente trabalho justifica-se pela importância clínica da aplicação da terapia dialítica em caninos portadores de insuficiência renal, com a finalidade de aumentar a sobrevida a partir do encontro de um tempo de diálise e um período interdialítico adequado e de um dialisador eficiente que, em conjunto, promovam boa qualidade de vida.

Os objetivos deste experimento foram avaliar as diferenças entre dois tipos de capilares, de baixa e alta performance, e o intervalo de 48 ou 72 horas entre as sessões de hemodiálise.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - HEMODIÁLISE

2.1.1 - Histórico

A hemodiálise é um procedimento terapêutico que utiliza a circulação extracorpórea para corrigir desequilíbrios da composição e volume do fluido corpóreo, e ainda eliminar toxinas acumuladas. A excreção renal de solutos e água é parcialmente substituída por um “rim artificial” (dialisador ou hemodialisador). Esta técnica tem grande aplicação terapêutica, utilizando princípios de difusão e ultrafiltração para promover a remoção de solutos indesejáveis, obter a redução do volume e corrigir a composição dos fluidos

corpóreos, alterados pela função renal diminuída (Cowgill e Langston, 1996; Elliot, 2000).

O primeiro relato sobre a hemodiálise data de 1914, quando Abel, Downtree e Turner, nos Estados Unidos, em experimentos com animais, utilizaram um sistema extracorpóreo de tubos semipermeáveis para a troca de substâncias por difusão. Em 1928, na Alemanha, Georg Haas utilizou, pela primeira vez, um sistema de diálise contínua em seres humanos. Porém, a primeira hemodiálise bem sucedida em humanos com insuficiência renal aguda data de 1943, após o aperfeiçoamento das técnicas de Haas pelo cientista Wilem Kolff, que propagou o uso da hemodiálise pelo continente europeu (Veronese et al., 1999). Nos anos seguintes a máquina de diálise foi levada para os Estados Unidos e foi novamente aperfeiçoada. Somente a partir dos anos 60 é que a técnica de diálise se tornou rotina em todo o mundo. No Brasil, a primeira máquina comercial do modelo "Kolff – Brigham" chegou em 1955 para o Hospital Pedro Ernesto no Rio de Janeiro (D'Ávila e Figueiredo, 1996).

Em medicina veterinária, a primeira descrição da utilização da hemodiálise data de 1968, por Butler, se tornando rotina na prática hospitalar apenas nos anos 90,

quando foi criada a primeira Unidade de Hemodiálise para Animais de Companhia na Universidade da Califórnia (Cowgill, 1980).

Nas últimas décadas, a medicina veterinária apresentou considerável avanço tecnológico e científico. As possibilidades de atendimento e diagnóstico foram amplamente enriquecidas pelos progressos da ciência, permitindo ao clínico um avanço nos diagnósticos, na monitorização do paciente e no tratamento destes indivíduos (Cowgill, 1980; Elliott, 2000; Veado et al., 2002; Oliveira, 2003).

Observa-se, no entanto, que o grande passo na evolução da técnica de hemodiálise só aconteceu nos últimos anos. Os complexos aparelhos e os materiais de consumo necessários para a realização da técnica, de elevado custo, foram substituídos por máquinas mais simples, com tecnologia avançada e com componentes de custo acessível (Elliott, 2000).

Em pouco mais de meio século, passou-se da completa impossibilidade de modificar a história natural da síndrome urêmica, à compreensão de grande parte dos fenômenos que ocorrem ao longo de seu desenvolvimento, e a possibilidade de controle da maioria das alterações metabólicas e hidroeletrolíticas dela

decorrentes. A preocupação atual com os pacientes em diálise é assegurar a qualidade do processo, e prevenir ou controlar as alterações decorrentes da deficiência renal instalada (d'Ávila e Figueiredo, 1996).

2.1.2 - Indicações para hemodiálise

A hemodiálise está indicada sempre que o paciente urêmico não responder, ou apresentar resposta insatisfatória a terapia convencional (Elliott, 2000). Quando e como iniciar o tratamento dialítico difere muito de acordo com a experiência do clínico, e dos meios disponíveis para implementá-lo. Apesar das divergências, o tratamento dialítico deve ser iniciado o mais precocemente possível, quando as anormalidades clínicas e bioquímicas ainda não são graves (Takeda, 1992). É importante lembrar que a prescrição e a adequação da hemodiálise dependem das condições específicas de cada paciente, conforme seu quadro clínico, seu tamanho e sua espécie (Elliott, 2000).

A principal indicação da hemodiálise é o tratamento da síndrome urêmica decorrente de IRA ou IRC, quando o paciente apresenta uma resposta insatisfatória ao tratamento convencional (Zawada Jr., 2003).

Em humanos, a indicação mais freqüente da hemodiálise é para o tratamento da IRC. Nestes casos, a hemodiálise deve ser iniciada quando o paciente, não diabético, apresentar um *clearance* de creatinina menor que 10 ml/kg/minuto ou, para os pacientes diabéticos que apresentarem esta taxa inferior a 15 ml/kg/minuto (Zawada Jr., 2003).

No caso de IRA, a hemodiálise deve ser iniciada o mais breve possível. As alterações clínicas que requerem tratamento dialítico imediato são, por exemplo, encefalopatia urêmica, hiperfosfatemia, acidose metabólica, diátese hemorrágica associada à disfunção plaquetária, pericardite, hipervolemia, hipercalemia e perda da função renal compensada, com valores de uréia superiores a 70 mg/dl (Zawada Jr., 2003).

As indicações para hemodiálise também incluem intoxicações agudas, desde que a substância tóxica possua características que permitam sua passagem pela membrana do dialisador. Algumas substâncias já possuem comprovação de sua remoção pela diálise como, por exemplo, ácido acetil-salicílico, barbitúricos, digoxina, etilenoglicol, entre outros (Melo et al., 2000; Veado et al., 2000; Veado, 2003).

Níveis elevados de fósforo sérico constituem uma importante indicação para o tratamento dialítico. A hiperfosfatemia é um achado comum em pacientes com IRC. O controle inadequado de fósforo e cálcio nestes pacientes tem um papel central no aparecimento de uma grande variedade de enfermidades graves, entre as quais a calcificação cardiovascular, calcificação dos tecidos moles, hiperparatireoidismo secundário e osteodistrofia renal. Mais significativamente, o controle inadequado do fósforo está associado com um aumento do risco de mortalidade, particularmente morte cardíaca (Block et al., 1998).

As principais indicações para a realização de hemodiálise em pequenos animais são quadros de IRA refratários à terapia convencional; estágios finais de IRC com quadro urêmico não responsivo, no pré e pós-operatório de transplantes renais; intoxicações agudas, onde o tóxico deve ser dialisável e ainda circulante; e hipovolemia representada pelo edema pulmonar e hiperhidratação por fluidoterapia excessiva (Cowgill e Langston, 1996; Elliot, 2000; Melo et al. 2000; Veado et al., 2000). As indicações são as mesmas descritas para a medicina humana, no entanto, em função de várias peculiaridades inerentes as espécies, condição clínica do animal, diagnóstico, prognóstico e disponibilidade do

proprietário, sofrem algumas inversões em relação às prioridades (Cowgill e Maretzki, 1985; Veado, 2003).

A aplicação de diálise intermitente como manejo de suporte para animais em estágio final de IRC é uma nova direção da terapêutica veterinária. O objetivo da terapia por diálise é promover auxílio na capacidade de excreção, com diminuição da azotemia persistente. (Cowgill e Langston, 1996).

2.1.2.1- Insuficiência renal crônica

A IRC é a forma mais comum de afecção renal em caninos, bem como a principal causa de óbito em animais idosos ou mesmo de forma incomum em animais jovens. Trata-se do declínio da função renal de forma lenta (ocorrendo num período de meses a anos) progressiva e irreversível, decorrente da redução do número de néfrons funcionais. Também acompanham alterações do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base, hematopoiéticas, cardiovasculares, respiratórias e neurológicas (Polzin et al., 1997; Rubin, 1997).

Conforme Grauer (2001), a IRC pode ter como causas processos congênitos e / ou adquiridos. Os distúrbios congênitos são representados pela doença policística renal,

hipoplasia ou displasia renal, agenesia renal e nefropatia familiar. Já os distúrbios adquiridos envolvem glomerulonefropatias (glomerulonefrites e amiloidose), nefrite intersticial, necrose tubular (nefrotoxinas e transtornos isquêmicos), obstrução do trato urinário inferior e superior (urolitíase, inflamação, neoplasia).

Uma vez estabelecida a insuficiência renal, a deterioração das funções é progressiva e leva à insuficiência renal crônica terminal em um período variável de tempo. Além dos mecanismos próprios de adaptação renal, outros fatores podem contribuir para a piora mais rápida da função renal residual, como hipertensão arterial, infecção urinária, obstrução e uso de drogas nefrotóxicas. Na medida em que há queda da filtração glomerular, o paciente em breve atingirá concentrações de toxinas incompatíveis com a vida. Diferentemente da doença aguda, para esses pacientes crônicos, não há possibilidade de cura, somente manutenção ao longo da vida. Deve-se então prepará-lo para o início de um tratamento dialítico (Lewis et al., 1987; Goldstone e Hoskins, 1995; Cowgill e Langston, 1996; DiBartola, 1997; Veronese et al., 1999).

Com a perda da massa renal, os néfrons remanescentes saudáveis, ou menos lesados, tendem a hipertrofiar para compensar a

perda renal, levando a um quadro de hiperfiltração. Quando há mais de 50% de perda renal, proteinúria e glomeruloesclerose segmentar e focal desenvolvem-se de forma tanto mais agressiva quanto maior for a perda renal. Como resultado, o declínio progressivo da função renal é inevitável (Veronese et al., 1999).

A IRC apresenta um conjunto de sinais e sintomas que são consequência, ou estão associadas às doenças que evoluem com a redução progressiva da filtração glomerular. Nos caninos, nas fases iniciais, as manifestações clínicas são mínimas ou ausentes, podendo surgir: perda de peso, polidipsia e poliúria. À medida que ocorre progressão da lesão, as consequências metabólicas do estado urêmico começam a se manifestar comprometendo vários sistemas, ocasionando sintomatologia variável, mas em geral progressivas (Veronese et al., 1999).

Os animais acometidos frequentemente apresentam sinais de poliúria, polidipsia, halitose, estomatite, episódios eméticos, diarreia, podendo haver alguns sinais neurológicos como convulsão, ataxia e coma. Os pacientes apresentam sinais laboratoriais compatíveis com anemia normocítica normocrômica (diminuição da

síntese de eritropoetina e transtornos hemorrágicos por diátese hemorrágica decorrente de disfunção plaquetária); aumento da concentração sérica de uréia e creatinina; hipocalemia, hiperfosfatemia, hipocalcemia e hipernatremia, culminando com quadro de hipertensão arterial e síndrome urêmica (Polzin e Osborne, 1995).

O manejo tradicional para o tratamento de animais com IRC baseia-se na restrição dietética, principalmente de proteínas e sódio, para minimizar a carga de soluto requerida para excreção renal, e na fluidoterapia com a finalidade de estabelecimento da diurese, além de terapia de suporte para corrigir demais distúrbios sistêmicos. Esses métodos convencionais tornam-se cada vez menos eficazes com a progressão da doença. A progressão da nefropatia leva o paciente a um estágio terminal onde poucas são as possibilidades de tratamento e recuperação. Estes pacientes passam a apresentar sinais sistêmicos da doença, em virtude da diminuição da função renal, o que pode ser minimizado pela realização da hemodiálise (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000).

Dentre os achados laboratoriais, no exame de sangue podem ser observados: aumento de uréia, creatinina, fósforo, potássio, magnésio, fosfatase alcalina, glicose,

colesterol e triglicerídeos, e diminuição de bicarbonato, cálcio, ferro, albumina e eritropoetina. Na urinalise podem ser encontrados: isostenúria, proteinúria, cilindrúria e alterações da concentração da Gama-glutamil-transferase (GGT) urinária (Polzin et al., 1997; Veronese et al., 1999).

Em pacientes com IRC os sinais de progressão da uremia acontecem de forma lenta, especialmente no paciente bem manejado conservadoramente, assim, as indicações para o início da diálise ainda não estão bem definidas, não existindo um valor fixo determinado de uréia ou creatinina que determinem este momento (Daugirdas et al., 2003).

A duração e frequência das sessões de hemodiálise para um paciente portador de IRC devem ser estabelecidas individualmente, objetivando obter a maior depuração possível de solutos, manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base, controle pressórico satisfatório e um estado nutricional adequado, com o mínimo de riscos, efeitos adversos e inconvenientes. A medida de adequação da diálise envolve a verificação periódica de parâmetros como peso, pressão arterial, concentração de potássio, uréia, creatinina e cálcio sanguíneos, entre outros. Por se tratar de um tratamento intermitente, para se obter

melhor adequação da duração e da frequência das sessões, o Grupo de Trabalho em Adequação da Hemodiálise, formado pela *National Kidney Foundation*, sugere utilizar, para seres humanos, um modelo de cálculo baseado na cinética da uréia para medir a dose de diálise feita, e a dose a ser prescrita (Daugirdas et al., 2003).

Pacientes portadores de IRC devem ser monitorados periodicamente pelo clínico, por meio de exames clínicos e laboratoriais, de acordo com a necessidade. Devem ser promovidos ajustes cabíveis à terapia e manejo. Enfim, o planejamento da vida do paciente após esgotamento do tratamento conservador pode e deve ser realizado de forma a evitar complicações desnecessárias e fornecer a melhor condição de vida possível (DiBartola, 1997).

2.1.3 - Equipamentos para Hemodiálise

O procedimento de uma sessão de hemodiálise exige a utilização de uma série de equipamentos especiais que permitem a realização de um circuito sanguíneo extracorpóreo, bem como a manutenção de sua funcionalidade e monitorização do processo (Daugirdas et al., 2003). Veado et al (2002) dividem, didaticamente, os equipamentos em materiais permanentes e de consumo (Tab. 1). Os materiais

permanentes são fixos, usados nas sessões sem que haja reposição, são eles: a máquina de diálise e a estação de tratamento de água. Os de consumo envolvem os produtos usados durante o processo e reabastecidos a cada sessão, também conhecidos como insumos, são: o dialisador, as linhas de sangue, as soluções concentradas utilizadas para formar o dialisato ("plasma artificial"),

os anticoagulantes e os cateteres, dentre outros.

Tabela 1 – Equipamentos permanentes e de consumo para hemodiálise.

Material permanente	Material de consumo
Máquina de diálise	Dialisador
Estação de tratamento de água	Linhas de sangue
Esfingnomanômetro	Soluções de hemodiálise
Estetoscópio	Anticoagulante
Termômetro	Solução salina 0,9%
Balança	Luvas de procedimento
	Luvas estéreis
	Seringas e agulhas
	Algodão e gaze
	Frascos para exames laboratoriais
	Anti-sépticos
	Soluções esterilizantes

Fonte: Adaptado de Veado et. al. (2002).

2.1.3.1- Material permanente

Máquina de Hemodiálise

As funções atribuídas à máquina de hemodiálise dependem do tipo e do modelo do equipamento. Normalmente, a máquina

de diálise é responsável por: promover o bombeamento do sangue, retirando-o do paciente e fazendo-o passar pelo dialisador, para então retornar àquele; bombear o dialisato (plasma artificial) para que este entre em contato com o sangue e monitorar

pontos específicos do circuito externo (pressões venosa, arterial e trans-membrana, temperatura, condutividade do dialisato e ainda detectar a presença de bolhas de ar no circuito). Qualquer irregularidade nestas funções será imediatamente sinalizada por um sistema de alarmes sonoros, o que imediatamente ativa uma trava de segurança, interrompendo a diálise até que o problema seja corrigido. Dessa maneira, a máquina de hemodiálise permite que esse procedimento seja realizado com segurança (Langston et al., 1997; Daugirdas et al., 2003).

O modelo de aparelho capacitado para essas funções e mais utilizado atualmente é denominado máquina proporcionadora individual, ou máquina de proporção. Esse tipo de máquina faz a mistura da água às soluções concentradas de diálise em proporções adequadas, formando o dialisato. Além disso, essas máquinas são equipadas com programas de autolimpeza e esterilização (d'Ávila e Figueiredo, 1996).

Estação de tratamento de água

A máquina de diálise necessita de fornecimento de água constante. Toda água usada para a formação do dialisato passa por um rigoroso tratamento, gerando água ultrapura ou isenta de quaisquer impurezas (Daugirdas et al., 2003).

Indivíduos em hemodiálise têm seu sangue exposto a grande quantidade de água por sessão. Assim, a possibilidade de absorção de substâncias tóxicas em solução é imensamente maior que a chance de pacientes normais serem contaminados, por ingestão, ao longo da vida, daí a necessidade de se utilizar água de altíssima qualidade. O uso de água inadequadamente tratada pode induzir à absorção excessiva, ou intoxicação, por substâncias dissolvidas nesse meio, como, por exemplo, cobre, ferro e alumínio. A presença de compostos orgânicos ou pirogênicos pode ser causa de alterações metabólicas e induzir complicações no quadro do paciente em hemodiálise (d'Ávila e Figueiredo, 1996).

Para formar o dialisato é necessário diluir uma parte de solução concentrada para diálise em 34 partes de água ultrapura. O dialisato passa pela máquina em ritmo constante, a uma velocidade de 500 ml/minuto, o que significa que por hora de diálise, trinta litros de dialisato estão em contato com o sangue do paciente (Veado et al., 2002).

Prejuízos em função da presença de contaminantes na água podem se manifestar a curto e longo prazo. Agudamente, a complicação mais comum é a presença de endotoxinas na água, podendo levar o

paciente a apresentar reações febris. Já a exposição contínua a contaminantes presentes no dialisato pode levar a intoxicações e quadros inflamatórios (Bommer e Jabert, 2006).

2.1.3.2- Material de consumo

Dialisadores ou Hemodialisadores

O dialisador ou "rim artificial" é assim chamado, pois mimetiza a função excretora desse órgão durante a hemodiálise. Trata-se de uma estrutura revestida por um cilindro plástico, cujo interior é composto por centenas de tubos ocos compostos por uma membrana semipermeável. (Figura 10). Por dentro dos tubos ocos passa o sangue e por fora o dialisato, sendo classificados estruturalmente em dialisadores de "fibras ocas" (Veado et al., 2000). Esta conformação confere ao dialisador uma ampla superfície de troca que varia entre 0,1 e 2,1 m² (d'Ávila e Figueiredo, 1996).

A área ou superfície de troca é um dos fatores determinantes da eficiência deste equipamento, daí sua importância. Quanto maior a área do dialisador, maior a depuração de solutos. Objetivando aumentar a área disponível para troca, pesquisadores já trabalharam com dois dialisadores simultaneamente, em série ou paralelo (Polaschegg, 2006).

Ao redor das fibras ocas há um espaço por onde passa o dialisato. Assim, o dialisador contém quatro aberturas: duas que se comunicam com as fibras capilares (compartimento sanguíneo, face interna da membrana; uma abertura para a entrada e uma para a saída do sangue) e duas aberturas que permitem a passagem do dialisato ao redor das fibras (compartimento do dialisato, face externa da membrana; uma abertura para a entrada e uma abertura para a saída do dialisato) (Dande et al., 1997).

Os dialisadores são classificados como naturais e sintéticos, de acordo com o tipo de material que constitui a membrana semipermeável. Os naturais, derivados da celulose, podem ser: cuprofan, celulose modificada, acetato de celulose, triacetato de celulose e hemofan. Estas membranas são de custo mais acessível e ideais na remoção de moléculas de baixo peso molecular (água, uréia e creatinina). Porém, apresentam maior grau de incompatibilidade sanguínea (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000). Os hemodialisadores sintéticos constituem a geração mais nova de "rins artificiais". São fabricadas com polímeros de polissulfona, poliacrilonitrila, policarbonato, poliamida e polimetilmetacrilato (Daugirdas et al., 2003). São efetivos na remoção de substâncias de baixo e médio peso moleculares, e reações de incompatibilidade

biológica são mais raras. Inicialmente seu custo parece mais elevado, entretanto, podem ser reutilizados várias vezes, para o mesmo paciente, após limpeza e descontaminação química com ácido paracético (mistura de ácido acético e peróxido de hidrogênio) (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000; Daugirdas et al., 2003).

Os dialisadores ou hemodialisadores podem ser classificados em baixo e alto fluxo. Os de baixo fluxo podem ser de alta ou baixa performance. Os de alta performance, comparados aos de baixa performance, possuem membranas mais delgadas, maior resistência à pressão, maior quantidade e maior tamanho dos poros. Os dialisadores de alto fluxo têm seu ponto de corte ainda mais elevado, ou seja, possuem poros maiores que permitem a passagem de substâncias de maior peso molecular (proteínas e componentes celulares do sangue) (Weber et al., 2004; Prado et al., 2005).

Um dialisador de alta performance com uma membrana fina, grande área de superfície, poros amplos e um *design* que maximize o contato entre o sangue e o dialisato removerá uma maior porcentagem de catabólitos do que um dilisador de baixa performance (Daugirdas et al., 2003).

Segundo os fabricantes, este dialisador depura em média 10 % a mais que os dialisadores de baixo fluxo e baixa performance.

Na maior parte da rotina da hemodiálise, os dialisadores de baixo fluxo é que são utilizados, a fim de remover apenas as moléculas de baixo peso molecular (Prado et al., 2005).

Linhas de sangue

Para que o sangue chegue ao dialisador e depois volte ao animal são necessários circuitos ou linhas de sangue (Figura 11). O circuito extracorpóreo é constituído por um lado arterial (sangue a ser depurado) e um lado venoso (sangue dialisado), entre os quais se localiza o dialisador. As linhas de sangue são, no entanto, um conjunto de tubos que é responsável por conduzir o sangue do paciente ao hemodialisador e retorná-lo ao paciente (Massola, 1995; Veado, 2003).

O volume de sangue que preencherá as linhas e o dialisador é o volume que irá circular fora do organismo. Este não deve ultrapassar 10% do volume sangüíneo total do paciente, caso contrário há risco de excessiva hemodiluição. Em animais com menos de 10 kg, o risco de complicações torna-se maior sendo recomendado o

preenchimento prévio das linhas com sangue compatível ou com expansores plasmáticos (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000; Veado et al., 2002).

Soluções de diálise

As soluções de diálise são compostos concentrados específicos para este procedimento. Constituem-se de um conjunto de soluções, uma fração ácida e outra alcalina, que quando misturadas à água ultrapura em proporções adequadas formam o dialisato, também conhecido como "banho de diálise" ou "plasma artificial". Esta mistura é desaerada, aquecida e possui constituição e pH semelhantes aos do plasma sangüíneo, formando uma solução isotônica, que irá preencher a câmara externa do dialisador (Tabela 2) (Daugirdas et al., 2003a; Veado et al., 2002).

A verificação contínua da condutividade do dialisato é muito importante à medida que controla com precisão a concentração eletrolítica da mistura. A monitorização deste parâmetro evita que o sangue do paciente seja exposto a dialisatos hipo ou hipertônicos, o que pode causar hemólise (Daugirdas et al., 2003a).

O fluxo ideal do dialisato é, em média, 500 ml/minuto, para remover de forma eficiente os solutos transportados através da

membrana dialisadora. Quanto maior o fluxo de dialisato, maior o *clearance* de substâncias oferecido na hemodiálise (Massola, 1995).

O fluxo de dialisato percorre o circuito extracorpóreo em sentido inverso ao do sangue, o que possibilita a existência de um gradiente de concentração de solutos, entre o sangue e a solução dialisadora, por toda a superfície do filtro, aumentando assim trocas difusionais (Dande et al., 1997).

Remoção de solutos

A remoção de solutos através da membrana semipermeável que separa o compartimento sangüíneo do dialisato se faz por dois processos: difusão e convecção (Elliott, 2000).

Difusão é definida como o movimento de moléculas de soluto, saindo do lado mais concentrado, para outro menos concentrado. Essa diferença entre as duas regiões é chamada de gradiente de concentração, e é ela que induzirá a passagem do soluto através da membrana semipermeável. A difusão é a maior responsável pela remoção de solutos durante a hemodiálise clássica, podendo remover cerca de 90 a 95% da uréia por sessão (Elliott, 2000).

Convecção é o fenômeno de transporte da água, ou do solvente, através de membranas

semipermeáveis, que ocorre à custa de uma diferença pressórica (hidrostática e / ou osmótica) existente nas interfaces da membrana (Massola, 1995).

Quando se deseja retirar excesso de líquidos do paciente deve-se aplicar a ultrafiltração, processo no qual ocorre movimento direto da água, sob pressão, através da membrana. Assim, o sangue chega ao dialisador sob pressão positiva, e a água juntamente com os solutos menores é forçada a passar através da membrana, para o dialisato, independente do gradiente de concentração, configurando então, o fenômeno da convecção ou ultrafiltração (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000, Daugirdas et al., 2003).

Durante a hemodiálise, a ultrafiltração pode ser acionada a fim de se promover uma pressão transmembrana adequada para a realização do procedimento (Daugirdas et al., 2003).

2.1.4 - Adequação da hemodiálise

Já há alguns anos vem se discutindo qual o procedimento ideal de hemodiálise: aquele que o indivíduo tenha o melhor resultado, com o menor tempo e o menor sofrimento. O procedimento padrão de sessões de quatro horas de duração, realizadas a cada 48 horas, tem sido questionado e estudos vêm sendo

realizados a fim de se determinar a necessidade ou não de mudanças.

A prescrição e adequação da hemodiálise dependem das necessidades específicas de cada paciente, patologia primária, condições clínicas, tamanho e espécie. Embora haja um padrão de tratamento pré-definido, alterações devem ser feitas a qualquer momento diante da necessidade (Elliott, 2000; Depner, 2005; Ricci et al., 2005).

Para seres humanos, a prescrição de hemodiálise crônica obedece a protocolos que levam em conta o sexo, o peso corporal e a quantidade de uréia depurada do sangue do indivíduo adulto. Trata-se de cálculos que ainda não foram extrapolados para outras espécies (Daugirdas et al., 2003b). A adequação da hemodiálise em seres humanos é hoje frequentemente calculada pela equação Kt/V , que relaciona o *clearance* da uréia, seu volume de distribuição e o tempo de diálise. O Kt/V correlaciona morbidade e mortalidade a pacientes em diálise e é o índice padrão para predizer a adequação da prescrição de diálise (Twardowski, 2003).

Em caninos, em relação ao tempo, a duração de uma sessão de hemodiálise varia entre 180 a 300 minutos, com exceção da primeira hemodiálise, na qual o tempo deve ser

reduzido para 60 a 120 minutos pelo possível risco de complicações (Cowgil e Langston, 1996; Elliott, 2000).

O critério para prescrição da diálise em caninos inclui valores de uréia ≥ 214 mg/dl e creatinina ≥ 10 mg/dl (Cowgil e Langston, 1996), que é similar ao preconizado para o homem: 150 – 214 mg/dl e creatinina 7 – 10 mg / dl (Daugirdas; Blake; Ing, 2001). Seguindo condutas diferentes Elliot (2000) sugere diálise com valores de uréia ≥ 193 mg/dl e creatinina ≥ 6 mg/dl.

Para Cowgill e Langston (1996), a eficácia da hemodiálise é prevista pelo controle e regulação do metabolismo da uréia. O modo mais empírico de calcular os efeitos da diálise é examinar as mudanças bioquímicas no soro em resposta ao tratamento dialítico.

Segundo Castro (1994), a diálise ideal é aquela em que os resultados não podem ser melhorados. As sessões de diálise devem ser longas e freqüentes o suficiente para prover uma excelente tolerância entre os períodos intra e inter diálises; normalizar as concentrações séricas de cálcio, fósforo, potássio; manter o controle da pressão arterial e função do miocárdio e eliminar todos os sintomas urêmicos.

2.1.4.1- Clearance de uréia

O conhecimento da cinética da uréia é de grande importância na prescrição e na verificação da eficiência da hemodiálise. Em medicina humana, a intensidade da diálise prescrita está intimamente relacionada com a depuração de uréia. *Clearance* ou depuração de uma substância é a medida do volume do plasma que ficou livre (depurado) dessa substância em uma unidade de tempo (Daugirdas et. al., 2003), calculado pela seguinte fórmula:

$$Cl = FSe \frac{(CSe - CSs)}{CSe}$$

Onde:

Cl - *Clearance*

FSe – Fluxo sanguíneo de entrada

CSe – Concentração do elemento no sangue de entrada

CSs – Concentração do elemento no sangue de saída

A depuração de uréia é influenciada pelos seguintes fatores: velocidade do fluxo sanguíneo, velocidade do fluxo da solução dialítica e eficiência do dialisador utilizado na diálise (Daugirdas et. al., 2003).

2.1.5 - Acesso vascular em hemodiálise

O acesso vascular e o fluxo sanguíneo adquirido com este são os pontos mais críticos e importantes para uma hemodiálise eficiente (Cowgill e Langston, 1996). É necessário que o acesso vascular promova bom fluxo de sangue com baixa resistência no retorno, pequena possibilidade de acidentes hemorrágicos ou infecção e boa durabilidade (Samuels e O'Brien, 2002).

Em medicina humana, o acesso vascular é considerado adequado quando permite um fluxo sanguíneo de, no mínimo, 250 ml por minuto (Santoro et al., 2006).

O acesso vascular pode ser classificado quanto à punção em artério-venoso ou veno-venoso. No acesso artério-venoso, a punção é feita em uma artéria ou fístula artério-venosa para retirada do sangue, e a devolução do mesmo é feita por uma veia. Para o acesso veno-venoso, são puncionadas para a retirada e devolução do sangue uma ou duas veias de grande calibre (Patel et al., 2001; Konner, 2002; D'Cunha e Besarab, 2004).

A escolha da punção, arterial ou venosa, depende de diversas características do paciente como doenças concomitantes, estado geral, tamanho do indivíduo e

dificuldades na hora do cateterismo. O acesso veno-venoso proporciona menor capacidade de fluxo sanguíneo em termos de velocidade, mas oferece menos riscos a pacientes criticamente enfermos ou hemodinamicamente instáveis (Besarab e Raja, 2003).

O acesso vascular para hemodiálise pode ainda ser classificado quanto à sua necessidade de permanência, em temporário e permanente. O acesso temporário é utilizado para tratar pacientes com IRA, pacientes com IRC sem acesso permanente disponível, e tratamentos emergenciais, ou seja, é realizado para um curto período de tratamento. Já o acesso permanente permite o acesso vascular por meses a anos, e anastomose subcutânea de uma extremidade arterial com uma veia vizinha, caracterizando uma fístula arteriovenosa. É destinado a doentes renais crônicos que iniciaram a terapia dialítica (Besarab e Raja, 2003).

Em medicina veterinária não se utiliza acesso vascular permanente, pois os indivíduos não são tratados por períodos prolongados, nem tampouco encaminhados a terapias crônicas intermitentes (Cowgill e Marezki, 1980; Veado et. al., 2002). O cateterismo é mantido durante o tempo necessário para o tratamento dialítico,

caracterizando um acesso vascular temporário.

Em animais, pode-se implantar cateter do tipo duplo-lúmen (Figura 12), que tem orifícios de entrada e saída do sangue em pontos distintos no mesmo cateter (Dande et al., 1997). Tem a desvantagem de possuir custo mais elevado que o cateter de lúmen simples. Assim, os cateteres mono-lúmen, de uso central e de maior calibre são muito utilizados (Veado et al., 2002).

Takeda (1992) demonstra uma alta eficiência da hemodiálise em cães utilizando a veia jugular para o fornecimento de sangue e a veia cefálica para retorno, com um fluxo de 75 a 100 ml/minuto.

O cateter do tipo mono-lúmen oferece a vantagem da facilidade de introdução sem necessidade de equipamento extra, assim como sua manipulação e remoção, além de possuir um custo efetivamente menor (Ponikvar, 2005).

Atualmente, existe grande variabilidade de cateteres no mercado. Alguns materiais recentemente desenvolvidos possuem menos trombogenicidade e favorecem o fluxo sanguíneo durante a diálise (Patel et al., 2001; Mickley, 2002).

O uso de cateteres venosos centrais possui a vantagem de promover rápido acesso vascular além de ser considerado menos oneroso, quando comparado com próteses vasculares ou fistulas (Patel et al., 2001).

Alguns autores sugerem que a hemodiálise em caninos seja realizada com cateteres endovenosos de calibre 16G, introduzidos na veia jugular externa. Para evitar que ocorra colapso desse vaso, indicam que se alterne o fluxo de sangue durante a diálise. Essa técnica permite realizar hemodiálise em animais com peso de no mínimo 11 kg, em situações que exigem aplicação imediata de diálise, como síndrome urêmica ou intoxicações agudas (Macdougall e Pownall, 1997).

Oliveira (2003) utilizou cateteres centrais do tipo mono-lúmen, de calibre 19G, para acesso vascular de saída em cães submetidos à hemodiálise e, dessa forma, foi atingido um fluxo de sangue de 5 ml/Kg/ minuto.

Nos intervalos interdialíticos e após a implantação do cateter até o início da hemodiálise, deve-se preencher o lúmen do cateter para evitar coagulação intraluminal. Geralmente, a solução utilizada para preenchimento é a de heparina 1% (Veado et al., 2002).

Cowgill e Langston (1996) sugerem a administração de ácido acetilsalicílico para prevenção de trombose intravascular.

A complicação mais freqüente relacionada aos cateteres inseridos na veia jugular decorre, normalmente, de um mau posicionamento ou trombose intracateter (Santoro et al., 2006). Santoro et al. (2006) afirmam que a incidência de trombose em pacientes com cateteres venosos centrais é bem maior do que em pacientes com fistula ou próteses vasculares.

A primeira conseqüência da oclusão parcial ou total do acesso vascular é a diminuição do fluxo sangüíneo durante a diálise, ou até mesmo o impedimento total do fluxo de sangue, inviabilizando a realização do tratamento (Ram et. al., 2005).

O segundo problema mais comum em relação ao cateterismo é a ocorrência de infecções no sítio de punção. Segundo Butterly e Schwab (2000), as complicações infecciosas são as principais causas de morbidade e mortalidade em populações sob diálise.

Métodos rigorosos de assepsia devem ser mantidos tanto na implantação quanto na manutenção do cateter, que deve ser

utilizado exclusivamente para hemodiálise. A extremidade do cateter não deve ficar exposta, e jamais permanecer aberta. Antes e após a diálise recomenda-se higienizar a ponta do cateter com solução a base de iodo ou clorohexidine (Elliott, 2000; Besarab e Raja, 2003).

2.1.6 - Anticoagulação em Hemodiálise

Durante o procedimento de diálise, o sangue do paciente entra em contato com diferentes superfícies que podem iniciar a coagulação, levando à formação de trombos, em graus variáveis, no circuito (Daugirdas, 2003).

Alguns fatores podem favorecer o aparecimento de coágulos, como fluxo sangüíneo muito baixo em pacientes hemodinamicamente instáveis, hematócrito elevado, altas taxas de ultrafiltração e ocorrência de recirculação no acesso vascular (Ouseph e Ward, 2000).

A anticoagulação com heparina é o método padrão para prevenção da coagulação no circuito extracorpóreo, A heparina é um mucopolissacarídeo sulfatado de peso molecular variável, entre 3.000 e 30.000 Daltons, extraída comercialmente de pulmão bovino ou de intestino de suínos. Ela se liga à antitrombina III circulante, que então reage com as proteases séricas

dos fatores de coagulação, inibindo-os (Daugirdas, 2003).

Em seres humanos, a dose de heparina recomendada é de 50 a 100 UI/kg, podendo ser diminuída até 10 UI/kg em pacientes com distúrbios hemostáticos. A meia-vida da heparina em indivíduos normais e pacientes de diálise é de 30 a 120 minutos. Efeitos colaterais não desejados da anticoagulação com heparina em humanos incluem prurido, alergia, osteoporose, hiperlipidemia e trombocitopenia (Hertel et al., 2003).

Em medicina veterinária, a dose recomendada para evitar a formação de trombos no circuito externo é de 50 a 100 UI/kg. A primeira administração deve ser feita imediatamente antes do início da sessão de diálise, sendo reaplicada a cada 30 minutos, utilizando-se a metade da dose inicial. A utilização da heparina deve ser interrompida entre 60 e 30 minutos antes do final da hemodiálise para evitar distúrbios de coagulação no momento de desconexão do paciente (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000; Veado et al., 2002).

Em pacientes portadores de distúrbios com alto risco de sangramento, preferencialmente, a hemodiálise é

realizada sem qualquer tipo de anticoagulante. Isto é possível se a via de acesso e as características hemodinâmicas do indivíduo permitirem fluxos sanguíneos elevados e/ou enxágüe periódico das linhas com solução fisiológica (Samuels e O'Brien, 2002).

Veronese et. al. (1999) recomendam como base de anticoagulação do circuito extracorpóreo, o preenchimento deste com solução fisiológica contendo 5000 UI de heparina. Esta solução deve ser utilizada para o preenchimento das linhas e do dialisador previamente ao início da hemodiálise. Durante o procedimento, recomenda-se a infusão contínua de heparina na dose de 10 a 20 UI/kg/hora, para seres humanos.

A existência de coágulos no circuito extracorpóreo pode ser verificada utilizando-se vários métodos, sendo o mais simples a inspeção visual das linhas de sangue. Para facilitar a visualização, pode-se bloquear a entrada de sangue e iniciar a infusão de solução salina. A máquina de hemodiálise, ao detectar a presença de coágulos, emite sinais sonoros e automaticamente interrompe o procedimento (Hertel et. al., 2003).

Após o final da hemodiálise e limpeza das linhas e hemodialisador, pequenos pontos de coagulação podem ser verificados, sobretudo no interior e nas extremidades do dialisador. Deve-se estimar a percentagem de fibras ocluídas, e a obstrução significativa é indicativo para o aumento da dose de anticoagulante (Hertel et al., 2003).

Caso ocorra administração de doses excessivas de heparina e sangramento, os efeitos sistêmicos desta droga podem ser minimizados pela administração de sulfato de protamina na dose de 1,0 a 1,5 UI para cada 100 UI de heparina administradas (Hertel et al., 2003).

2.1.7 - Complicações da hemodiálise

A substituição da função renal por uma máquina é imperfeita e sujeita a problemas. Devido à complexidade do procedimento, as complicações da hemodiálise podem atingir sistemas extra-renais. Indivíduos encaminhados ao tratamento dialítico estão sujeitos a diversas complicações inerentes ao quadro clínico. Mas também podem advir da própria terapia hemodialítica. Algumas alterações decorrem do desequilíbrio entre a redução da uremia até o restabelecimento da homeostase (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000; Veado et. al., 2002).

Segundo Bregman et al. (2003) as complicações mais comuns, em seres humanos, decorrentes da hemodiálise são: hipotensão (20-30%), câimbras (5-20%), náuseas e vômitos (5-15%), cefaléia (5%), dor no peito (2-5%), dor lombar (2-5%), prurido (5%), febre e calafrios (menos de 1%).

É comum a ocorrência de hipotensão durante a sessão de hemodiálise, principalmente em animais menores, nos quais o volume sangüíneo extracorpóreo é relativamente grande. Trata-se de um efeito observado geralmente no início de cada sessão, e costuma ser temporário, até que o organismo restabeleça a homeostase (Orofino et. al., 1992; Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000).

São apontadas diversas causas para a hipotensão durante a diálise. As mais freqüentes estão ligadas à remoção excessiva ou muito rápida do volume sangüíneo. Isto é, pacientes submetidos a taxas elevadas de ultrafiltração, ou emprego de material inadequado ao tamanho do paciente (volume sangüíneo extracorpóreo superior a 10% da volemia) (Cowgill e Langston, 1996). Outras causas de hipotensão são geralmente ligadas a enfermidades cardíacas pré-existentes, e algumas de ocorrência incomum como:

hemorragia não detectada, septicemia, reações ao dialisador e hemólise (Bregman et al., 2003; Fishbane e Paganini, 2003). O emprego de soluções hipotônicas, com baixa concentração de sódio, pode promover queda abrupta na natremia e diminuição do volume plasmático, levando à hipotensão (Orofino et al., 1992).

Em caninos, durante a hemodiálise, o equilíbrio hemodinâmico é mantido por dois mecanismos: aumento dos batimentos cardíacos e aumento na resistência vascular sistêmica. Assim, a hipotensão está presente somente nos 30 minutos iniciais do procedimento dialítico, período no qual o organismo restabelece a homeostase (Orofino et al., 1992; Cowgill e Langston, 1996).

Complicações menos comuns, porém sérias, incluem a síndrome do desequilíbrio, reações de hipersensibilidade, arritmia, hemorragia intracraniana, convulsões, hemólise e embolia gasosa (Bregman et al., 2003).

A síndrome do desequilíbrio, descrita em humanos, é um conjunto de sinais e sintomas neurológicos característicos que podem manifestar-se durante ou imediatamente após a hemodiálise. A etiologia desta síndrome é controversa entre

os estudiosos, mas acredita-se que esteja relacionada à entrada de água no tecido cerebral em função da remoção excessiva de solutos, e conseqüente mudança na osmolalidade do líquido extracelular. Sua ocorrência está associada a doses excessivas de diálise e/ou encefalopatia urêmica. As manifestações iniciais incluem náuseas, vômitos, agitação e cefaléia. As manifestações mais sérias incluem convulsões, obnubilação e coma (Bagshaw et al., 2004).

Sugere-se hoje, a ocorrência de dois tipos distintos de reações a membrana do dialisador: anafiláticas e inespecíficas (Bregman et al., 2003).

Em humanos, são relatados sintomas mais graves quando se trata de uma reação anafilática: dispnéia, sensação de morte e de calor por todo o corpo, urticária, prurido, tosse, cólicas, diarreia e parada cardíaca. A etiologia mais freqüente da anafilaxia é a exposição ao óxido de etileno empregado para esterilização dos dialisadores, o uso de membranas naturais constituídas por celulose, solução de diálise contaminada e reutilização de equipamentos. A anafilaxia pode também estar associada, menos freqüentemente, ao uso de heparina e outras drogas como os inibidores da enzima conversora de angiotensina e acetato. A

incidência de reações anafiláticas aos dialisadores é de 5/100.000 hemodialisadores vendidos (Bregman et al., 2003).

As reações inespecíficas são menos intensas do que as reações anafiláticas, sendo a dor torácica a principal manifestação observada em seres humanos. A etiologia é desconhecida, mas o papel do sistema complemento tem sido destacado, porém, sem nenhuma comprovação científica (Bregman et al., 2003).

Alterações respiratórias podem ocorrer tanto em seres humanos como em animais. São elas: hipóxia e dispnéia decorrentes da agregação plaquetária na microvasculatura pulmonar e / ou formação de trombos. Decréscimos na quantidade de células brancas e plaquetas também podem ser observados (Cowgill e Langston, 1996; Elliott, 2000; Veado et al., 2002).

O equilíbrio ácido-base também pode estar alterado, principalmente, se as soluções concentradas forem inadequadas ao perfil eletrolítico do paciente (Genari, 2000).

Além das complicações inerentes à técnica de hemodiálise em relação ao paciente, devem ser consideradas complicações oriundas do acesso vascular e do tratamento

da água utilizada para a formação do dialisato. Nestes casos, as reações mais comumente observadas são infecções, coagulação intracateter, trombose e flebite (Bommer e Jaber, 2006).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Localização e período experimental

Este trabalho experimental foi realizado nas dependências da Clínica Veterinária Santo Agostinho e no Laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, ambos localizados no município de Belo Horizonte, situados na região da Zona Metalúrgica do estado de Minas Gerais.

O período experimental compreendeu o intervalo de tempo de janeiro a novembro de 2007.

3.2 - Animais Experimentais

Foram utilizados 24 cães, independentemente de sexo, raça e idade, todos portadores de IRC, com peso médio de 20,00 kg, provenientes do atendimento de rotina da Clínica Veterinária Santo Agostinho.

Os animais foram submetidos a exame clínico, hematológico e urinálise, para que,

junto ao histórico, fosse confirmado o quadro de IRC. Todos eles apresentavam valores séricos de uréia acima de 100 mg/dL, e resultados de hemograma e urinálise compatíveis com insuficiência renal crônica.

Os cães permaneceram na Clínica somente o tempo necessário para a realização do procedimento de hemodiálise. Deste modo, não houve alterações na dieta e no consumo hídrico habitual de cada indivíduo.

3.3 – Delineamento experimental

Os animais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos experimentais, compostos de seis animais cada:

Grupo I: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, com intervalo de 48 horas entre elas, utilizando dialisadores de baixo fluxo e baixa performance, tamanho F4 ou F5 (dependendo do peso do animal), ambos compostos de membranas de polissulfona do tipo fibras ocas.

Grupo II: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, com intervalo de 48 horas entre ambas, utilizando dialisadores de baixo fluxo e alta performance, tamanho F4 ou F5

(dependendo do peso do animal), ambos compostos de membranas de polissulfona do tipo fibras ocas.

Grupo III: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, com intervalo de 72 horas entre ambas, utilizando dialisadores de baixo fluxo e baixa performance, tamanho F4 ou F5 (dependendo do peso do animal), ambos compostos de membranas de polissulfona do tipo fibras ocas.

Grupo IV: animais submetidos a duas sessões de hemodiálise, com três horas de duração cada, com intervalo de 72 horas entre ambas, utilizando dialisadores de baixo fluxo e alta performance, tamanho F4 ou F5 (dependendo do peso do animal), ambos compostos de membranas de polissulfona do tipo fibras ocas.

3.4 - Contenção e Cateterismo

Para realização deste trabalho a contenção dos animais foi realizada exclusivamente por métodos físicos, pelo uso de focinheiras, quando necessário. Os animais permaneceram durante todo o procedimento dialítico deitados em decúbito lateral, sob mesa de procedimento coberta com colchão, a fim de proporcionar conforto aos pacientes (Figura 19).

Em todos os grupos o cateterismo foi precedido de tricotomia do sítio de punção seguido pela anti-sepsia com álcool 70°. Foi realizado imediatamente antes do início das sessões de hemodiálise. Foi feita punção direta na veia jugular externa e posterior implantação de cateter central¹ (Figura 14), de lúmen simples, de poliuretano, calibre 14G, comprimento 30 cm, do tipo “agulha por fora” para o acesso arterial (saída de sangue do paciente). Na veia cefálica, para retorno sangüíneo, foi implantado cateter mono-lúmen do tipo “agulha por dentro” de vialon², calibre 20G, comprimento 3 cm.

Após a punção, os cateteres foram preenchidos com solução salina 0,9% para evitar obstrução intraluminal.

O cateterismo foi mantido apenas o tempo necessário para realização dos procedimentos de hemodiálise, caracterizando um acesso veno-venoso temporário.

3.5 – Hemodiálise

Todos os animais foram submetidos a duas sessões de hemodiálise, de duração de 180 minutos cada, separadas por um intervalo de 48 ou 72 horas, dependendo do grupo experimental. O fluxo sangüíneo médio alcançado foi de 120 ml/ minuto (cerca de 6 ml/kg de peso vivo), acompanhado por um

fluxo de dialisato de 500 ml/minuto. A ultrafiltração foi acionada, promovendo a retirada de 10 ml de líquido/ hora / kg de peso vivo de paciente.

A máquina de hemodiálise utilizada foi uma proporcionadora individual, modelo 2008 – C³(Figura 15), acoplada a uma unidade portátil de tratamento de água modelo WTU 100³(Figura 16).

Para a formação do dialisato foram utilizadas soluções concentradas padrões, ácida e alcalina (bicarbonato), específicas para hemodiálise (Figura 17). A composição destas soluções está descrita na Tabela 2.

Os dialisadores⁴ utilizados para todas as hemodíalises foram de baixo fluxo, do tipo fibras ocas, com membrana sintética de polissulfona e superfície de troca de 0,7 m² (dialisador F4) e 1,0 m² (dialisador F5) dependendo do tamanho do animal (Figura 18). Os animais dos grupos I e III foram tratados com dialisadores de baixo fluxo e baixa performance e os dos grupos II e IV com dialisadores de baixo fluxo e alta performance.

Foram utilizadas linhas de sangue³ de tamanho adulto, com volume de preenchimento de 120 ml cada, sendo

apenas o "set" venoso portador de "catalbolhas".

A anticoagulação inicial do sistema foi feita com heparina sódica⁵ na dose de 100 UI/kg de peso corporal. Aplicou-se, conforme técnica sugerida por Besarab e Raja (2003), uma mistura de heparina com uma solução de cloreto de sódio 0,9%, deixando a bomba de sangue da máquina de diálise em funcionamento durante alguns minutos, permitindo-se assim o contato da heparina com todo o circuito extracorpóreo. A

heparina foi repetida a cada 60 minutos na dose de 50 UI/kg, sendo estas aplicações interrompidas uma hora antes do término de cada sessão de hemodiálise.

3.6- Exame clínico

Todos os animais foram submetidos ao exame clínico antes e depois de cada sessão de hemodiálise. Foram avaliados: peso corporal, frequências cardíaca e respiratória, temperatura retal e mucosas visíveis.

Tabela 2 - Composição básica das soluções concentradas para hemodiálise.

Composição química	Solução ácida	Solução alcalina
Sódio (mEq/l)	138,0	138,0
Potássio (mEq/l)	3,5	-
Cálcio (mg/dl)	14	-
Cloretos (mEq/l)	109,5	-
Magnésio (mg/dl)	1,8	-
Bicarbonato (mEq/l)	-	32,2
pH	6,8 – 7,2	6,8 – 7,2
Condutividade	12,2 – 14,4	12,2 – 14,4

Fonte: Fresenius Medical Care

A frequência cardíaca foi avaliada por meio de auscultação indireta com estetoscópio e

contagem dos batimentos cardíacos durante um minuto.

A frequência respiratória foi verificada pela contagem direta do número de movimentos respiratórios durante um minuto.

Para a mensuração da temperatura retal utilizou-se um termômetro digital⁶ por um tempo de 60 segundos.

Os dados coletados neste exame clínico foram anotados em fichas individuais para acompanhamento de cada animal durante o experimento.

3.7- Exames laboratoriais

As amostras sanguíneas foram coletadas em quatro tempos:

Tempo 1: antes da primeira sessão da hemodiálise.

Tempo 2: imediatamente após a primeira sessão de hemodiálise.

Tempo 3: imediatamente antes da segunda sessão de hemodiálise (após o intervalo de 48 ou 72 hs).

Tempo 4: imediatamente após a segunda sessão de hemodiálise.

As amostras de urina foram coletadas apenas nos tempos 1 e 4.

3.7.1- Hemograma

As coletas das amostras de sangue foram realizadas sempre na linha de sangue

arterial, utilizando o dispositivo para este fim, com seringas de plástico de 10 ml. As amostras foram acondicionadas em tubos plásticos devidamente identificados.

As amostras foram processadas no laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, seguindo-se métodos convencionais.

Amostras de sangue foram coletadas em frascos com EDTA (sal dissódico do ácido etileno diamino tetracético) para a realização do hemograma e leucograma, que foram processados eletronicamente⁷ no mesmo dia da sessão de hemodiálise.

3.7.2– Bioquímica do sangue

Para realização dos exames de uréia, creatinina, potássio, fósforo, cálcio, GGT e proteínas totais, as amostras de sangue foram acondicionadas em tubos sem anticoagulantes.

Estes exames foram processados no mesmo dia da sessão de hemodiálise, no Laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da UFMG, com o equipamento calibrado⁸ com padrões de concentração definida, utilizando kits apropriados⁹.

3.7.3 – Urinálise

Amostras de urina foram coletadas para análise física, química, sedimentoscopia e pesquisa de GGT urinária, antes da primeira sessão e após a última.

A coleta de urina foi realizada por meio de cateterismo uretral. As amostras de urina foram armazenadas em potes plásticos, sob refrigeração até o momento das análises, feitas no mesmo dia da coleta.

O exame físico foi realizado observando-se cor, aspecto, odor e densidade específica, verificada por refratometria.

O exame químico foi realizado por meio de fitas para urinálise¹⁰ do tipo "dip stick".

A sedimentoscopia foi realizada sob microscopia óptica após centrifugação da amostra, seguindo-se a técnica descrita por Coles (1984).

A GGT urinária foi mensurada por meio de Kit específico⁹ automaticamente.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso. O teste estatístico utilizado para a comparação das médias obtidas foi o teste de Student Newman keuls (SNK), com nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

Todos os dados foram tabulados em planilhas do programa Excel (Microsoft versão 7.0), e analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 1995).

4 - Resultados e discussão

4.1 – Hematologia

A passagem do sangue pelo circuito extracorpóreo pode ocasionar várias alterações no eritrograma, devido à ocorrência de hemólise, hemoconcentração e distúrbios da hemostasia. Assim, o acompanhamento hematológico do paciente em diálise é muito importante (Daugirdas, 2003).

Neste estudo, para acompanhamento hematológico foram realizados eritrograma, determinação da concentração de reticulócitos, leucograma e contagem de plaquetas. Os valores referentes às variáveis

¹ BD I-Cath, BD do Brasil.

² BD Insyte, BD do Brasil.

³ Fresenius Medical Care.

⁴ Fresenius Polysulfone[®] Capillary Dialysers – Hemoflow – Series Low-Flux – Fresenius Medical Care.

⁵ Heparin – Cristalia Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda.

⁶ Termômetro digital BD[®], BD do Brasil.

⁷ Abacus Junior Vet – Hematology Analyser, Diatron.

3.8– Análise estatística

que apresentaram médias estatisticamente significativas, nos grupos e /ou nos tempos, presentes no hemograma estão representados nas tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8. As demais variáveis, em número de 84, não apresentaram variações estatisticamente significativas.

Na avaliação dos valores de proteína plasmática ($p < 0,05$) (Tabela 3) observaram-se diferenças entre os tempos 1 e 2 e entre 3 e 4. Apesar da diferença encontrada, os valores encontram-se dentro da normalidade

para a espécie canina. Não houve diferença significativa entre os grupos.

⁸ Cobas Mira – Roche.

⁹ Kit Synermed, Belo Horizonte, Brasil

¹⁰ Urofita 10 DL, Biobrás Diagnósticos, Belo Horizonte, Brasil.

Tabela 3 – Valores médios de proteínas plasmáticas (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* /Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	6,96 ± 0,99	7,25 ± 1,14	6,91 ± 0,94	7,18 ± 1,01	7,07 ± 0,97 A
G2	7,08 ± 1,12	6,95 ± 1,58	6,68 ± 0,67	7,10 ± 0,93	6,96 ± 1,07 A
G3	6,83 ± 1,10	7,38 ± 1,16	6,91 ± 0,96	7,11 ± 1,13	7,06 ± 1,04 A
G4	6,68 ± 0,46	7,33 ± 1,48	6,85 ± 0,81	7,26 ± 1,33	7,04 ± 1,08 A
X aval	6,90 ± 0,93 ab	7,22 ± 1,27 a	6,84 ± 0,80 b	7,16 ± 1,04 ab	

cv = 6,74

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem ($p < 0,05$).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem ($p < 0,05$).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

Os valores referentes ao volume globular (Tabela 4) mostraram-se aumentados após as sessões de hemodiálise (T2 e T4). Atribui-se este fato a hemoconcentração causada pela perda de líquido durante o processo, semelhante àquela citada anteriormente para as proteínas plasmáticas. Não foram observadas diferenças entre os grupos.

Em se tratando do volume globular, todas as médias obtidas encontram-se abaixo dos limites normais da espécie canina. A este resultado está atribuído, possivelmente, o fato de os portadores de IRC apresentarem anemia crônica.

Tabela 4 – Valores médios de volume globular (%) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	26,00 ± 2,44	27,50 ± 4,23	26,50 ± 2,34	27,66 ± 3,72	26,91 ± 3,14 A
G2	24,7 ± 4,07	27,00 ± 6,00	24,83 ± 3,76	26,33 ± 4,22	25,67 ± 4,39 A
G3	26,68 ± 2,24	28,16 ± 3,31	26,16 ± 3,97	27,33 ± 5,12	27,08 ± 3,63 A
G4	27,00 ± 3,46	29,00 ± 5,21	25,00 ± 5,51	28,16 ± 6,21	27,30 ± 5,14 A
X aval	26,00 ± 3,11 b	27,91 ± 4,53 a	25,62 ± 3,85 b	27,37 ± 4,63 a	

cv = 8,56

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

Tabela 5 – Valores médios de hemoglobina (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	7,66 ± 1,16	7,96 ± 1,27	7,66 ± 1,22	8,00 ± 1,36	7,82 ± 1,18 A
G2	7,48 ± 1,31	8,30 ± 2,51	7,55 ± 1,55	7,91 ± 1,78	7,80 ± 1,73 A
G3	7,75 ± 1,25	8,41 ± 1,3	7,81 ± 1,94	8,33 ± 2,21	8,07 ± 1,64 A
G4	8,04 ± 1,57	9,28 ± 1,81	8,08 ± 1,87	9,18 ± 2,39	8,67 ± 1,91 A
X aval	7,71 ± 1,25 b	8,49 ± 1,74 a	7,77 ± 1,57 b	8,35 ± 1,91 a	

cv = 11,00

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

Na avaliação da concentração de hemoglobina (Tabela 5) observou-se diferença (p<0,05) entre os tempos de coleta, antes (T1 e T3) e depois (T2 e T4) da sessão de hemodiálise. Apesar do aumento dos valores após a sessão de hemodiálise, todos se encontravam abaixo da concentração normal para a espécie. Não houve diferenças significativas entre os grupos.

Os valores abaixo da normalidade ocorrem devido a vários fatores inerentes à IRC pré-

existente e ao processo de circulação extracorpórea. É comum que pacientes portadores de IRC apresentem alterações do eritrograma, decorrentes da produção insuficiente de eritropoetina. Além disso, a diferença entre os valores referentes ao tempo antes (T1 e T3) e depois (T2 e T4) da hemodiálise pode ser explicada pela ocorrência de hemólise que ocorre durante a passagem do sangue pelo circuito extracorpóreo, sendo a hemoglobina recuperada e sua concentração no sangue aumentada.

Tabela 6 – Valores médios de CHCM (%) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	31,03 ± 2,25	32,35 ± 2,65	31,88 ± 2,55	33,41 ± 2,73	32,17 ± 2,53 A
G2	30,45 ± 3,29	30,31 ± 2,15	30,95 ± 2,97	31,26 ± 2,12	30,73 ± 2,57 A
G3	31,15 ± 1,48	32,65 ± 2,02	31,26 ± 2,54	32,58 ± 2,91	31,91 ± 2,26 A
G4	29,5 ± 3,28	32,01 ± 1,51	31,81 ± 2,08	32,45 ± 2,11	31,53 ± 2,39 A
X aval	30,57 ± 2,58 b	31,83 ± 2,18 a	31,47 ± 2,41 ab	32,42 ± 2,45 a	

cv = 5,12

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

O estudo das células brancas nos indivíduos em hemodiálise se faz importante, visto que algumas reações de hipersensibilidade ao equipamento podem ocorrer (Bregman et al., 2003).

As médias obtidas para a contagem de leucócitos e neutrófilos segmentados estão representadas na tabela 7 e tabela 8, respectivamente.

Tabela 7 – Valores médios de leucócitos (células/μl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* /Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	8637,93 ± 5008,97	8781,40 ± 7927,93	9118,01 ± 4626,46	9149,80 ± 4802,77	8291,78 ± 5369,83 A
G2	6945,25 ± 5254,60	12161,66 ± 8902,87	6885,00 ± 3605,07	9905,00 ± 2173,41	8893,07 ± 5669,99 A
G3	7541,30 ± 4663,16	7654,58 ± 4487,76	8787,94 ± 5284,60	10573,06 ± 6770,57	8639,22 ± 5166,29 A
G4	12264,00 ± 4742,72	10959,46 ± 6579,56	9811,63 ± 6439,95	14420,46 ± 11555,26	11846,49 ± 7542,61 A
X aval	8625,51 ± 5033,9 a	9889,28 ± 6934,75 a	8650,64 ± 4877,72 a	11012,08 ± 7024,17 a	

cv = 35,36

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

Na observação dos dados referentes a leucócitos (Tabela 7) não foram detectadas diferenças nem entre os grupos nem entre os tempos ($p < 0,05$) (Tabela 7).

O aumento da concentração de leucócitos, após a hemodiálise (T2), presente no grupo II pode ser justificado pela mobilização do *pool* marginal de neutrófilos, por possíveis reações de hipersensibilidade ao equipamento e possivelmente, também, pela doença pré-existente dos animais tratados.

Essa mobilização do *pool* marginal de neutrófilos, que pode inclusive duplicar o número de células na amostra estudada, ocorre, em geral, pela variação do fluxo sanguíneo, além do estresse causado pelo procedimento.

Diversas diferenças foram encontradas entre os tempos ($p < 0,05$), na contagem de neutrófilos segmentados (Tabela 8), sem, entretanto, serem diagnosticadas neutropenia e neutrofilia.

Tabela 8 – Valores médios de neutrófilos segmentados (células/ μ l) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
1	7728,83 \pm 3065,92	9498,5 \pm 4782,99	8387,50 \pm 2001,99	8766,66 \pm 2296,99	8595,00 \pm 3076,13 A
2	5981,57 \pm 4302,79	9444,33 \pm 7986,81	5080,50 \pm 3282,97	7721,50 \pm 2584,82	7013,84 \pm 4939,87 A
3	6653,00 \pm 2958,17	7945,83 \pm 2199,16	7908,50 \pm 3612,04	9611,16 \pm 4980,10	8029,50 \pm 3512,00 A
4	10770,80 \pm 5534,36	9756,83 \pm 4367,73	9411,50 \pm 4813,23	13295,16 \pm 9359,93	10810,08 \pm 6132,04 A
X aval	7584 \pm 4162,11 b	9161,37 \pm 4956,56 ab	7696,50 \pm 3711,50 b	9848,50 \pm 5624,60 a	

cv = 32,16

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem ($p < 0,05$).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem ($p < 0,05$).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

4.2 - Bioquímica do sangue

Na bioquímica do sangue foram avaliadas substâncias de interesse na adequação da hemodiálise e também, substâncias importantes no acompanhamento da saúde de pacientes portadores de IRC. Foram avaliados: proteínas totais, uréia, creatinina, potássio, fósforo, cálcio, sódio e GGT.

As variáveis que apresentaram médias estatisticamente significativas, nos grupos

e/ou nos tempos, estão representadas nas tabelas 9, 10, 11.

A análise das concentrações de uréia e creatinina antes e depois do procedimento dialítico são fundamentais em qualquer paciente submetido à diálise, pois estas substâncias indicam a qualidade e a quantidade de diálise que o indivíduo foi submetido (Daugirdas et. al., 2003).

Tabela 9 – Valores médios de uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* /Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	179,83 ± 46,64	103,00 ± 30,22	172,66 ± 31,00	97,00 ± 21,42	138,12 ± 50,08 A
G2	197,71 ± 72,4	94,83 ± 28,73	217,33 ± 62,03	88,50 ± 19,42	151,52 ± 76,57 A
G3	168,83 ± 22,78	95,33 ± 19,42	162,33 ± 39,56	87,16 ± 21,23	128,41 ± 45,70 A
G4	207,60 ± 64,79	100,33 ± 28,34	206,00 ± 56,66	102,33 ± 17,99	151,73 ± 68,17 A
X aval	188,08 ± 539,93 a	98,37 ± 25,43 b	189,58 ± 51,21a	93,75 ± 19,76 b	

cv = 3,63

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

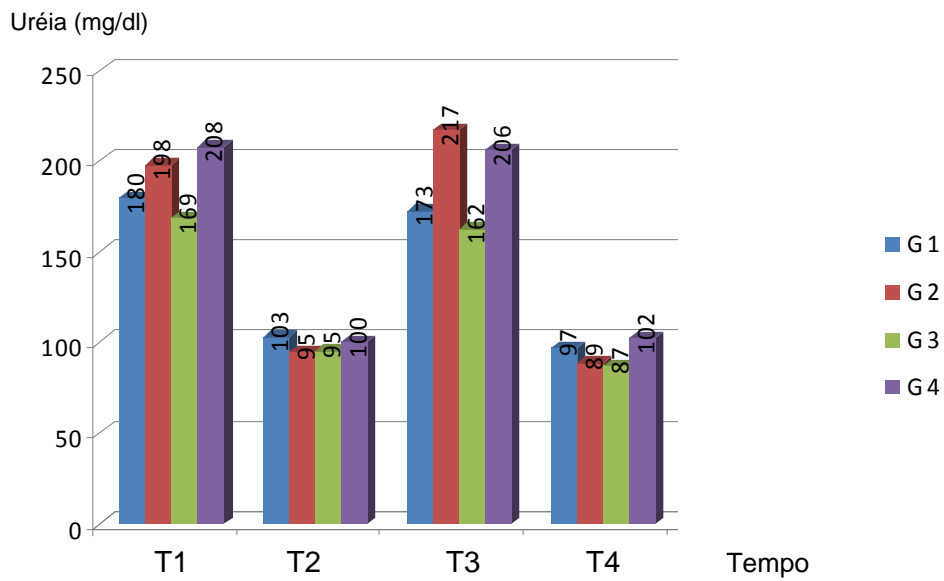


Figura 1 – Avaliação da concentração da uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

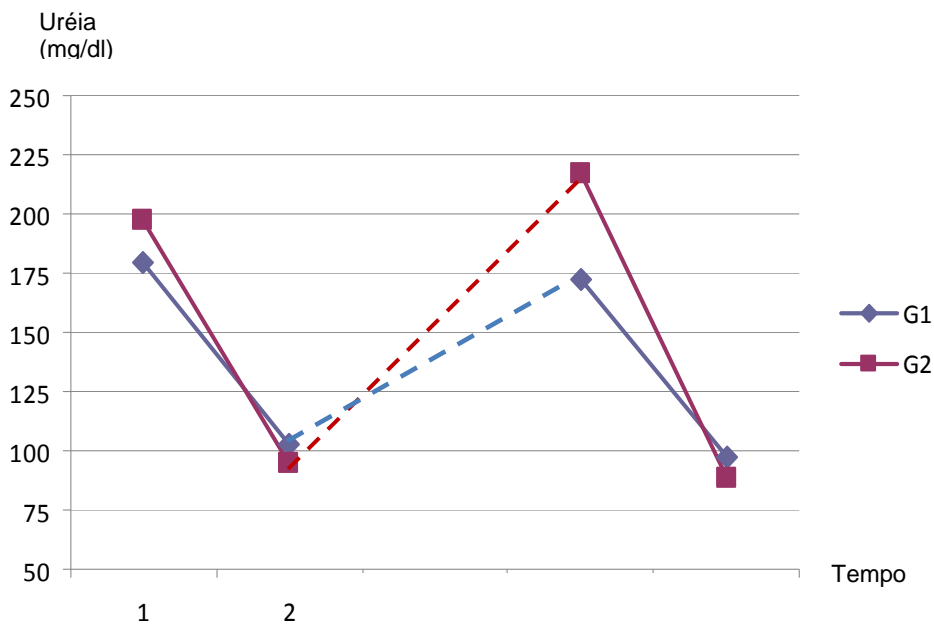


Figura 2 – Avaliação da concentração da uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 48 horas.

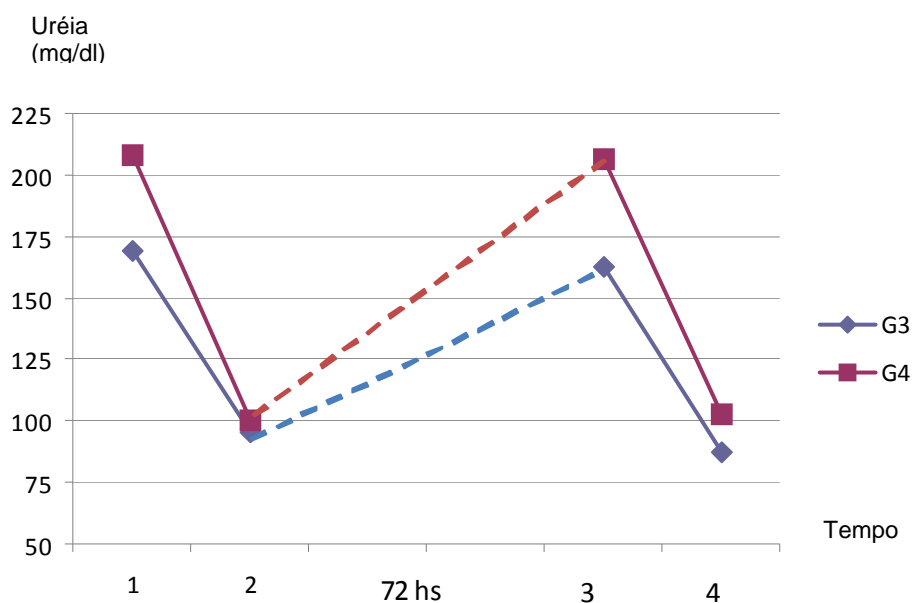


Figura 3 – Avaliação da concentração da uréia (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 72 horas.

A depuração de uréia sofre influência de diversos fatores como: velocidade do fluxo sanguíneo, velocidade do fluxo da solução dialítica e eficiência do dialisador utilizado. Além disso, por ter baixo peso molecular, a uréia pode ser removida do sangue com maior taxa de eficiência, quando comparada a creatinina, por exemplo (Daugirdas et al., 2003).

O tempo de três horas de sessão de diálise foi capaz de remover 44% de uréia com capilares de baixa performance e 53% com de alta performance.

Na análise da comparação entre a capacidade dialítica dos dialisadores estudados, observou-se uma maior eficiência dos dialisadores de alta performance, mesmo que os resultados estatísticos não tenham apresentado diferenças significativas. Quando comparados os dialisadores, levando-se em conta a diferença percentual de depuração, observa-se que os dialisadores de alta performance depuram em média 20% a mais que os dialisadores de baixa performance.

Essa diferença relativa à remoção da uréia deve-se ao fato de que os dialisadores de alta performance apresentam membranas mais

finas, maior área de superfície e poros mais amplos, permitindo maior contato do sangue com o dialisato e conseqüentemente maior eficiência nas trocas e na remoção de catabólitos. Conforme informação do fabricante e Daugirdas et al. (2003), a capacidade dialítica desses dialisadores de alta performance é superior aos de baixa performance.

Os valores de uréia (Tabela 9) acima da faixa de normalidade para a espécie canina, em todos os animais, justificam-se por terem

sido utilizados apenas animais portadores de IRC, com valores de uréia acima de 100 mg/dl. Diferenças ($p < 0,05$) nos valores de uréia, observadas entre os tempos, antes (T1 e T3) e depois da hemodiálise (T2 e T4), devem-se à remoção dessa substância, confirmando a eficiência desta técnica, apesar dos valores continuarem elevados em relação à normalidade.

Não foram observadas diferenças entre os grupos ($p < 0,05$) para os valores de uréia.

Tabela 10 – Valores médios de creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* /Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	5,23 ± 2,15	2,95 ± 1,15	6,16 ± 2,09	3,5 ± 0,96	4,46 ± 2,05 A
G2	6,07 ± 2,66	3,26 ± 1,2	6,70 ± 2,13	3,48 ± 1,16	4,92 ± 2,38 A
G3	5,25 ± 2,46	2,87 ± 1,40	4,55 ± 2,52	2,68 ± 1,42	3,84 ± 1,26 A
G4	7,38 ± 1,03	3,63 ± 1,05	7,01 ± 2,23	3,66 ± 1,05	5,33 ± 2,25 A
X aval	5,92 ± 2,25 a	3,17 ± 0,34 b	6,10 ± 2,31 a	3,33 ± 1,15 b	

cv = 24,75

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem ($p < 0,05$).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem ($p < 0,05$).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

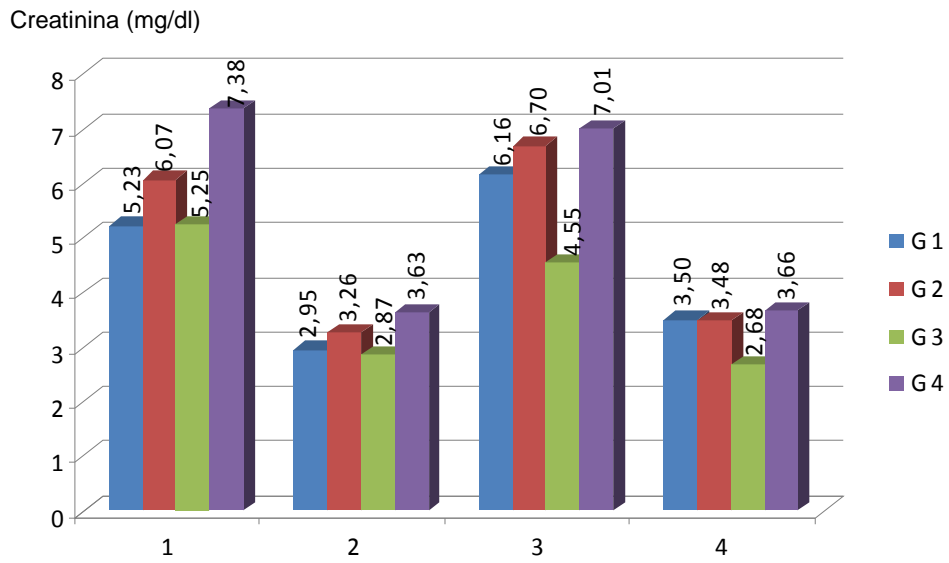


Figura 4 – Avaliação da concentração da creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos a hemodiálise.

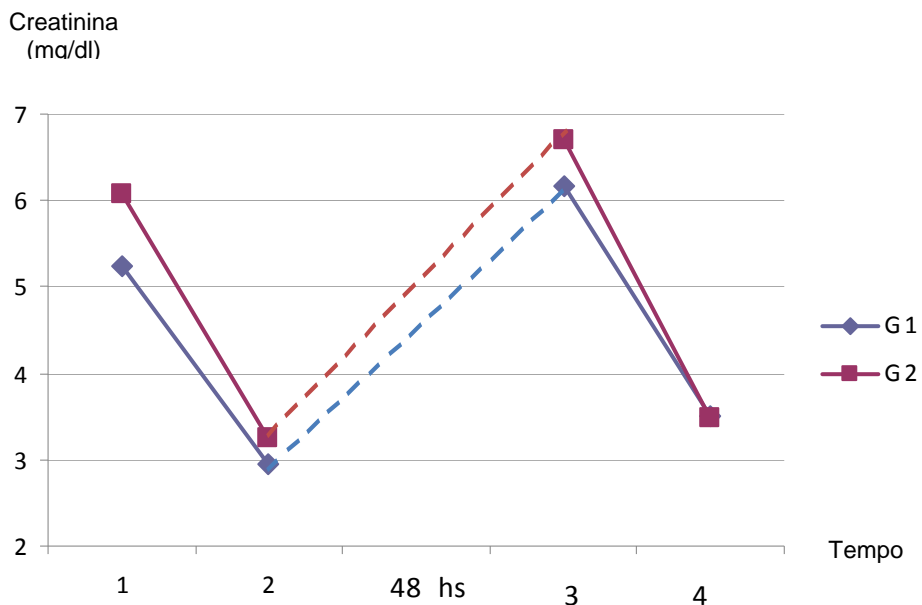


Figura 5 – Avaliação da concentração da creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 48 horas.

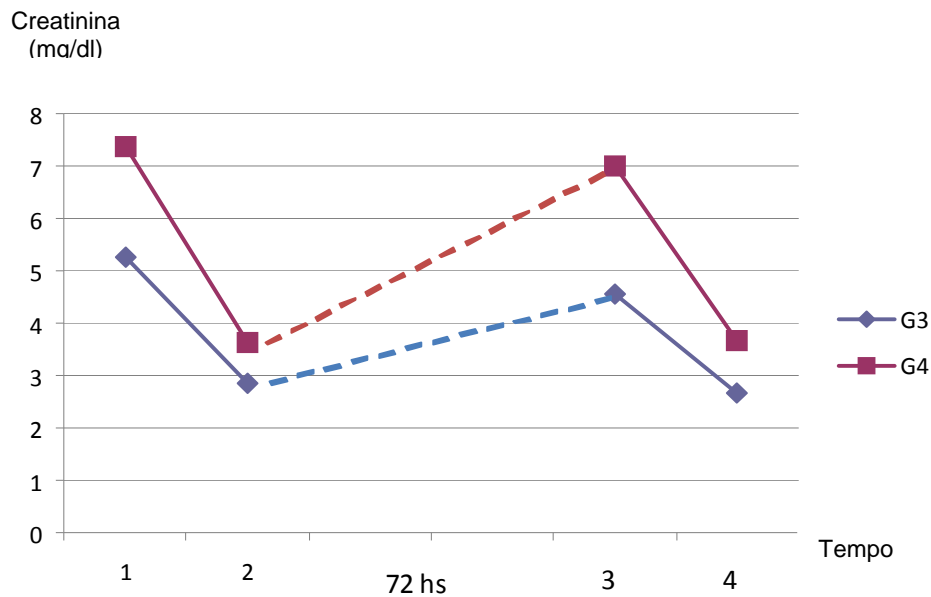


Figura 6 – Avaliação da concentração da creatinina (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 72 horas.

Na análise da comparação entre a capacidade dialítica dos dialisadores estudados, observou-se uma maior eficiência dos dialisadores de alta performance, em relação a depuração de creatinina, mesmo que os resultados estatísticos não tenham apresentado diferenças significativas.

O tempo de três horas de sessão de diálise foi capaz de remover 43% de creatinina com capilares de baixa performance e 48% com de alta performance.

Alguns solutos, como a creatinina, se movem com uma velocidade mais lenta nas soluções e assim se difundem mal através da membrana dialítica (Daugirdas et al., 2003).

Os valores para concentração de creatinina sérica (Tabela 10) apresentaram o mesmo padrão de resposta que a uréia, isto é, todos os valores encontram-se acima da normalidade para caninos, sendo observadas diferenças ($p < 0,05$) apenas entre os tempos antes (T1 e T3) e depois da hemodiálise (T2 e T4).

Tabela 11 – Valores médios de proteínas totais (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	5,86 ± 0,54	6,68 ± 0,54	6,13 ± 0,59	6,65 ± 0,73	6,33 ± 0,66 A
G2	5,91 ± 1,24	6,58 ± 1,36	6,10 ± 0,55	6,90 ± 1,43	6,35 ± 1,19 A
G3	6,2 ± 0,58	6,73 ± 0,41	5,98 ± 0,63	6,81 ± 0,73	6,43 ± 0,66 A
G4	6,30 ± 0,80	7,45 ± 1,39	5,58 ± 1,05	6,55 ± 1,62	6,47 ± 1,37 A
X aval	6,05 ± 0,83 b	6,83 ± 1,02 a	5,95 ± 0,72 b	6,72 ± 1,13 a	

cv = 8,67

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem ($p < 0,05$).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem ($p < 0,05$).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

Na avaliação das médias referentes a proteínas totais (Tabela 11), não houve diferença entre os grupos ($p < 0,05$), apenas entre os tempos antes (T1 e T3) e depois (T2 e T4) da hemodiálise.

As proteínas sanguíneas possuem elevados pesos moleculares e por isso não são removidas durante a hemodiálise utilizando

dialisador de baixo fluxo (Daugirdas e Van Stone, 2003).

As alterações observadas nos valores de proteínas totais refletem mudanças no volume plasmático.

Tabela 12 – Valores médios de albumina (g/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	2,68 ± 0,34	2,91 ± 0,32	2,41 ± 0,47	2,70 ± 0,27	2,67 ± 0,38 A
G2	2,57 ± 0,65	2,55 ± 0,69	2,35 ± 0,68	2,35 ± 0,7	2,46 ± 0,65 A
G3	2,35 ± 0,32	2,56 ± 0,34	2,41 ± 0,66	2,70 ± 0,45	2,50 ± 0,45 A
G4	2,62 ± 0,31	2,86 ± 0,53	2,66 ± 0,39	2,78 ± 0,50	2,73 ± 0,43 A
X aval	2,55 ± 0,43 ab	2,72 ± 0,49 a	2,46 ± 0,54 b	2,63 ± 0,50 ab	

cv = 11,38

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

Na avaliação das concentrações de albumina (Tabela 12) observou-se diferença estatisticamente significativa (p<0,05) entre os tempos antes (T1 e T3) e depois da hemodiálise (T2 e T4), mas não entre os grupos, confirmando o possível efeito da hemoconcentração que ocorre durante a hemodiálise.

Tabela 13 – Valores médios de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	8,86 ± 1,16	5,63 ± 1,4	8,91 ± 1,36	5,73 ± 1,38	7,28 ± 1,85 A
G2	9,00 ± 1,45	5,33 ± 0,95	9,06 ± 1,59	5,51 ± 1,91	7,23 ± 2,09 A
G3	9,01 ± 1,65	6,16 ± 1,82	10,63 ± 1,72	7,03 ± 3,04	8,21 ± 2,01 A
G4	10,18 ± 0,84	5,28 ± 0,84	8,61 ± 1,62	5,51 ± 1,20	7,40 ± 2,40 A
X aval	9,21 ± 1,35 a	5,6 ± 1,27 b	9,30 ± 1,67 a	5,95 ± 1,98 b	

cv = 11,67

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

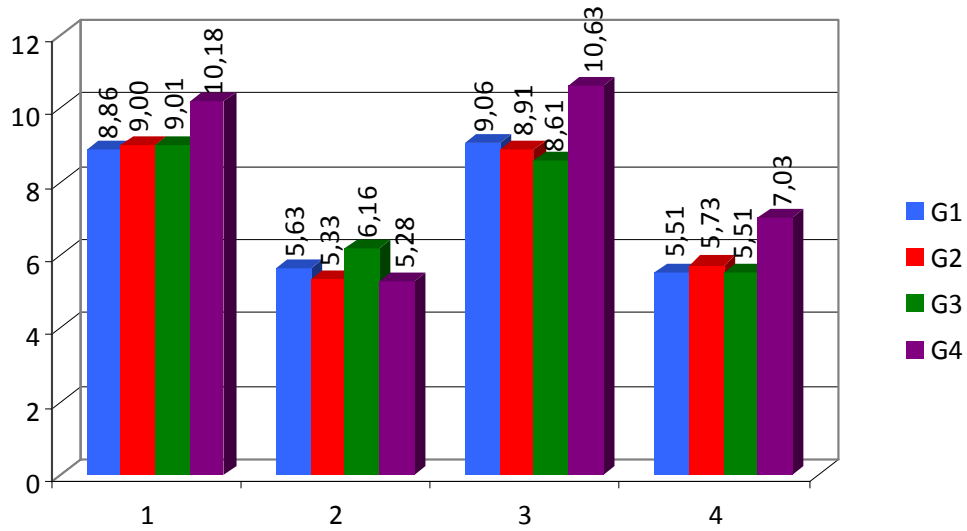


Figura 7 – Avaliação da concentração de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

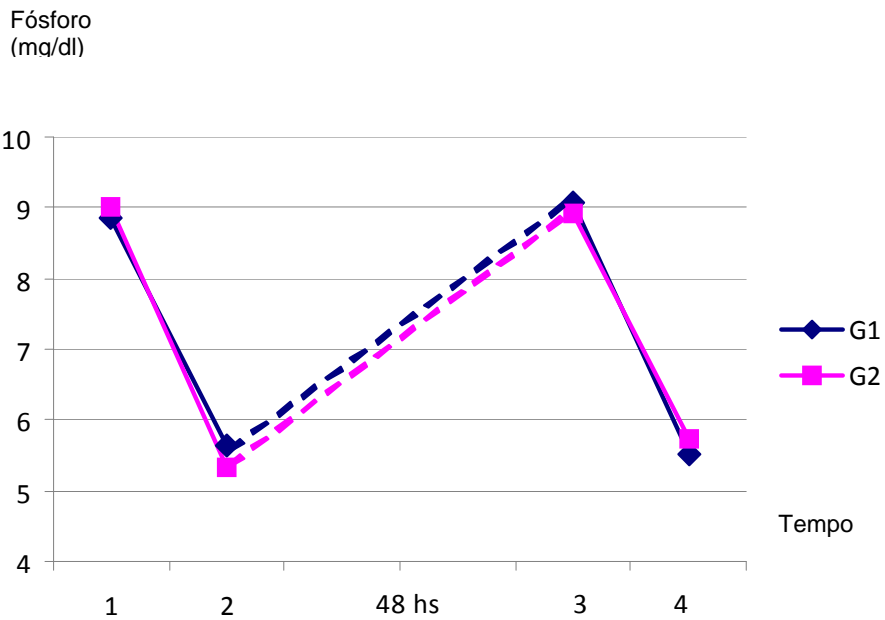


Figura 8 – Avaliação da concentração de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 48 horas.

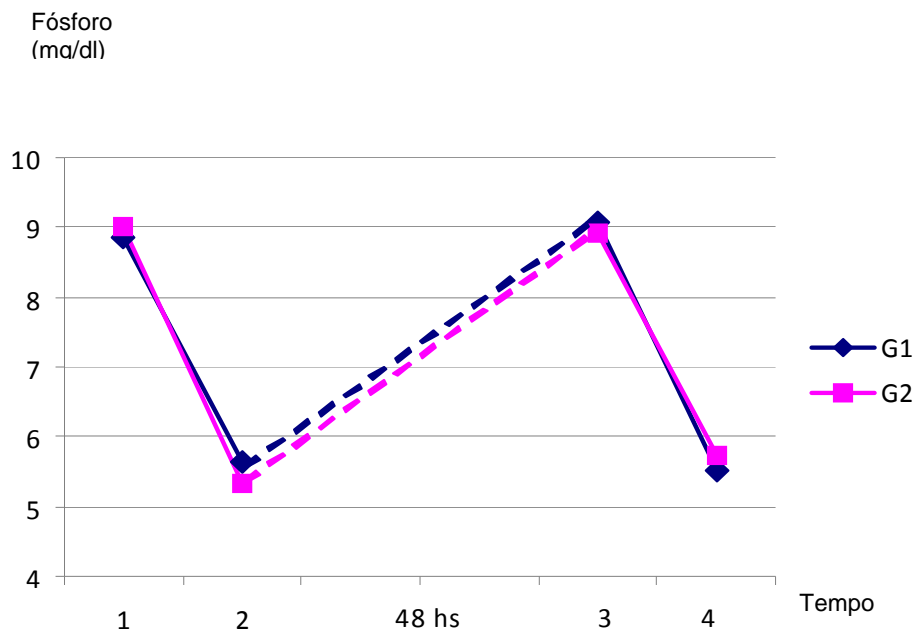


Figura 9 – Avaliação da concentração de fósforo (mg/dl) em caninos portadores de IRC, submetidos a duas sessões de hemodiálise, com intervalo interdialítico de 72 horas.

A avaliação das concentrações séricas de fósforo, em pacientes sob tratamento dialítico, é muito importante, pois o aumento da hiperfosfatemia (>6,5 mg/dl) em seres humanos está relacionado ao aumento da mortalidade em pacientes portadores de IRC, devido às complicações cardíacas que podem surgir (Block et al., 1998).

Na análise da comparação entre a capacidade de depuração de fósforo dos dialisadores estudados observou-se que não

há diferença estatisticamente significativa entre eles.

Todas as médias referentes às concentrações séricas de fósforo encontram-se alteradas, com valores acima da faixa de normalidade para a espécie, mesmo após a sessão de hemodiálise. Este fato é justificado pela utilização de animais portadores de IRC, que, comumente, apresentam quadro de hiperfosfatemia.

Foi observada diferença significativa depois da hemodiálise (T2 e T4), mas não (p<0,05) entre os tempos antes (T1 e T3) e houve diferença entre os grupos.

Tabela 14 – Valores médios de potássio (mEq/l) em caninos portadores de IRC submetidos à hemodiálise.

Grupo* / Avaliação**	T1	T2	T3	T4	X grupo
G1	3,80 ± 0,73	3,22 ± 0,50	3,81 ± 0,60	3,37 ± 0,59	3,55 ± 0,63 A
G2	3,67 ± 1,15	3,09 ± 1,06	3,87 ± 0,67	3,28 ± 0,54	3,48 ± 0,90 A
G3	3,76 ± 0,76	3,30 ± 0,72	3,76 ± 0,99	3,53 ± 0,76	3,58 ± 0,79 A
G4	3,37 ± 1,44	2,98 ± 1,28	4,03 ± 1,25	3,20 ± 0,98	3,40 ± 1,22 A
X aval	3,66 ± 0,99 ab	3,14 ± 0,88 c	3,87 ± 0,86 a	3,51 ± 0,70 bc	

cv = 15,92

^{AB} médias seguidas por letras maiúsculas, na mesma coluna, diferem (p<0,05).

^{ab} médias seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, diferem (p<0,05).

* Grupo I: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo II: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 48 horas; Grupo III: dialisador de baixa performance e intervalo interdialítico de 72 horas; Grupo IV: dialisador de alta performance e intervalo interdialítico de 72 horas.

** Tempo I: imediatamente antes da 1ª sessão de hemodiálise; Tempo II: logo após a 1ª sessão de hemodiálise; Tempo III: imediatamente antes da 2ª sessão de hemodiálise; Tempo IV: logo após a 2ª sessão de hemodiálise.

Na avaliação do potássio sanguíneo, observou-se diferença significativa entre os tempos (p<0,05), justificada pela remoção do composto durante a hemodiálise. Segundo Veado et al. (2002), o procedimento de hemodiálise permite a remoção eficiente de potássio.

4.3 – Urinálise

A análise da urina não se constitui um parâmetro de rotina para avaliação direta da adequação dialítica em indivíduos sob hemodiálise. Não foram encontrados na literatura trabalhos que relacionassem alterações urinárias com a hemodiálise propriamente dita.

Neste estudo, a realização da avaliação urinária serviu para acompanhamento da saúde dos animais submetidos à hemodiálise.

Não foi observada nenhuma variável estatisticamente significativa (p<0,05) na urinálise.

5 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, nas condições em que este experimento foi realizado e dentro da metodologia empregada, pode-se concluir que:

1. A técnica de hemodiálise pode ser aplicada à espécie canina, em indivíduos portadores de IRC, com remoção satisfatória de uréia, creatinina e fosfatos em sessões de três horas de duração.

2. Os dialisadores de baixo fluxo de baixa e alta performance possuem capacidade satisfatória de depuração de uréia, creatinina e fósforo.

3. Não há diferença estatisticamente significativa entre intervalos de sessão de 48 ou 72 horas.

4. A composição eletrolítica do dialisato utilizado para seres humanos, composto pela mistura da solução concentrada padrão a água ultrapura, é adequada para a realização de hemodiálise em cães portadores de IRC.

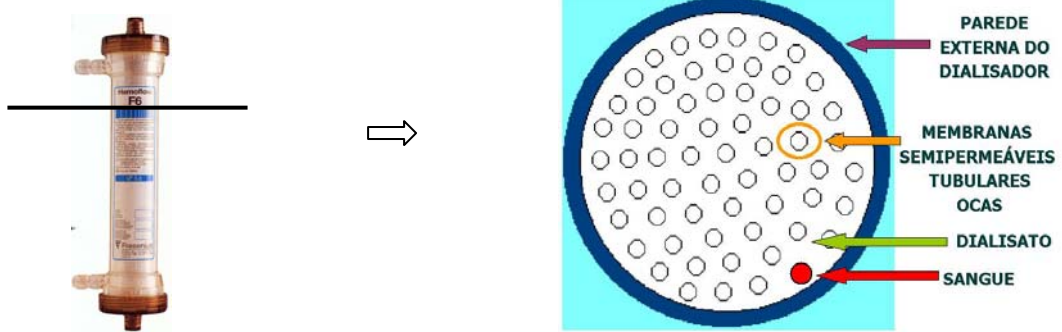


Figura 10 – Desenho esquemático de um dialisador



set venoso

set arterial

Figura 11 – Linhas de sangue



Figura 12 – Cateter duplo-lúmen

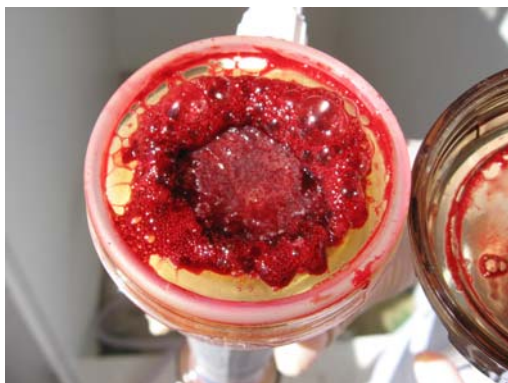


Figura 13 – Pontos de coagulação dentro do dialisador



Figura 14 – Cateter central implantado na jugular



Figura 15 – Máquina de hemodiálise modelo 2008 -C



Figura 16 – Estação de tratamento de água modelo WTU 100



Figura 17 – Soluções concentradas específicas para hemodiálise



Figura 18 – Hemodialisador



Figura 19 – Animal durante a hemodiálise

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BESARAB, A .; RAJA, R.M. Acesso vascular para hemodiálise. In: DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.; G. ING, T.S. *Manual de diálise*. Rio de Janeiro: medsi, 2003. p. 68-102.
- BLOCK, G.A.; HULBERT-SHEARON, T.E.; LEVIN, N.W. Association of serum phosphorus and calcium x phosphate product with mortality risk in chronic hemodialysis patients: a national study. *American Journal Kidney Disease*, v.31, p.607-617, 1998.
- BREGMAN, H.; DAUGIRDAS, J.T.; ING, T.S. Complicações durante a hemodiálise. In: DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.G.; ING, T.S. *Manual de diálise*. Rio de Janeiro: medsi, 2003. p. 15-47.
- BOMMER, J.; JABERT, B.L. Ultrapure dialysate: facts and myths. *Seminars in Dialysis*, v.19, n.2, p.115-119, 2006.
- CASTRO, M.C.M. Prescrição em hemodiálise. *Atualidades em nefrologia*, v.3, p.146-154, 1994.
- COWGILL, L.D. Current status of veterinary hemodialysis. In: KIRK'S (Ed). *Current Veterinary Therapy VII*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1980.p.1111.
- COWGILL, L.D.; LANGSTON, C.E. Role of hemodialysis in the management of dogs and cats with renal failure. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v.26, n.6, p.1347-1378, 1996.
- COWGILL, L.D.; MARETZKI, C.H. CVT update: veterinary applications of hemodialysis. In: KIRK'S (Ed). *Current Veterinary Therapy VIII*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1985. p.975-977.
- DANDE, C.V.; MASSOLA, V.C.; DALMASO, R.C.G. Métodos dialíticos em unidade de terapia intensiva. In: RATTON, J.L.A. *Medicina intensiva*. 2ed. São Paulo: Atheneu, 1997. p.265-279.
- DAUGIRDAS, J.T.; VAN STONE, J.C.; BOAG, J.T.C. Aparelho de hemodiálise. In: DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.G.; ING, T.S. *Manual de diálise*. 3ed. Rio de Janeiro: Medsi, p.48-67, 268-284, 2003.
- D'AVILA, D.O.; FIGUEIREDO, ^aE. Métodos de depuração extra-renal: hemodiálise, diálise peritoneal e novas técnicas. In: RIELLA, M.C. *Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrolíticos*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.607-645.
- D'CUNHA, P.T.; BESARAB, A . Vascular access for hemodialysis: 2004 and beyond. *Current Opinion in Nephrology and Hipertension*, v.13, n.6, p. 623-629, 2004.

DEPNER, T. Hemodialysis adequacy: basic Essentials and practical points for the nephrologist in training. *Hemodialysis International*, v.9, n.3, p. 241-254, 2005.

DIBARTOLA, S.P. Abordagem clínica e avaliação laboratorial da afecção renal. In: ETTINGER, J.E. E FELDMAN, E.C. *Tratado de medicina interna veterinária*. São Paulo: Manole, p. 2355-2432, 1997.

DOU. *Diário oficial da União*. Ministério de estado da saúde. Portaria nº 82. janeiro de 2000.

ELLIOTT, D.A. Hemodialysis. *Clinical techniques in small animal practice*. V. 15, n. 15, p. 136-48. 2000.

FISHBANE, S.; PAGANINI, E. Anormalidades hematológicas. In: DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.G.; ING, T.S. *Manual de diálise*. Rio de Janeiro: medsi, 2003. p. 491-508.

GENARI, F.J. Acid-base balance in dialysis patients. *Seminars in Dialysis*, v.13, n.4, p. 235-239, 2000.

GOLDSTONE, R.T.; HOSKINS, J.D. The urinary system. In: *Geriatrics & Gerontology of the dog and cat*. Philadelphia: Saunders, p.269-290, 1995.

GOURLEY, I.M.; PARKER, H.R.; BELL, R.L.; ISHIZAKI, G. Responses of nephrectomized dogs during hemodialysis. *American Journal Veterinary Research*, v.34, n.11, p. 1421-1425, 1973.

GRAUER, G.E. Distúrbios do trato urinário. In: NELSON, R.W.; COUTO, C.G. *Fundamentos de medicina interna de pequenos animais*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 493-9.

HERTEL, J.; KEEP, D.M.; CARUANA, R.J. Anticoagulação. In: DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.G. ING, T.S. *Manual de diálise*. Rio de Janeiro: Medsi, 2003. p. 187-203..

LANGSTON, C.E.; COWGILL, L.D.; SPANO, J.A. Applications and outcome of hemodialysis in cats: a review of 29 cases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.11, n.6, p. 348-355, 1997.

LEWIS, L.D.; MORRIS, M.L.; HAND, M.S. Renal Failure. In: _____. Topeka: Mark Morris Institute, p.8-10, 1987.

MASSOLA, V.C. Métodos dialíticos. In: CRUZ, J.; PRAXEDES, J.N.; CRUZ, H.M.M. *Nefrologia*. São Paulo: Sarvier, 1995. p.201-226.

MELO, M. M.; VEADO, J.C.C.; ALMEIDA, A.E.R.F. Hemodiálise no tratamento dos envenenamentos. *Cad. Téc. Vet. Zootec. UFMG*, n.32, p.104-110, 2000.

OLIVEIRA, J. Hemodiálise no tratamento do envenenamento crotálico experimental (*Crotalus durissus terrificus* crotmina-positivo) em cães: avaliação clínica e laboratorial. 2003. 100f.

Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

OLIVEIRA, J.; GUIMARÃES, P.T.C. Hemoperfusão e hemodiálise no tratamento das intoxicações agudas. In: RABELO, R.C.; CROWE Jr, D.T. Fundamentos da terapia intensiva veterinária em pequenos animais: condutas no paciente crítico. Rio de Janeiro: L.F. Livros, 2005.p.651-658.

OROFINO, L.; QUEREDA, C.; MARCÉN, R. Hemodynamic changes in the dog connected to a dialysis circuit: influence of the body temperature. *Nephron*, v.62, p.300-304, 1992.

OUSEPH, R.; WARD, R.A. Anticoagulation for intermittent hemodialysis. *Seminars in Dialysis*, v.13, n.3, p.181-187, 2000.

PATEL, N.H.; REVANUR, V.K.; KHANNA, A.; HODGES, C.; JINDAL, R.M. Vascular access for hemodialysis: an indepth review. *Journal of Nephrology*, v.14, n.3, p. 146-156, 2001.

PRADO, M.; ROA, L.M.; PALMA, A.; MILAN, J.A. Improving hollow fiber dialyzer efficiency with a recirculating dialysate system I: theory and applicability. *Annaisof Biomedical Engineering*, v.33, n.5, p.642-655, 2005.

POLASCHEGG, H.D. Comment on middle molecule removal in low-flux polysulfone dialysers: impacto f flows and surface área on whole-body and dialyser clearances. *Hemodialysis International*, v.10, n. 2, p. 215-216, 2006.

POLZIN, D.J.; OSBORNE, C.A. Conservative medical management of chronic renal failure. In OSBORNE, C.A.; FINCO, D.R. *Canine and feline nephrology and urology*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1995. p 508-38.

POLZIN, D.J.; OSBORNE, C.A; BARTGES, J.W.; JAMES, K.M.; CHURCHIL, J.A. Insuficiência renal crônica. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. *Tratado de Medicina Veterinária*. 2ª ed. São Paulo: Manole, 1997, p. 493-9.

PONKIVAR, R. *Hemodialysis catheters*. Therapeutic Apheresis and Dialysis, v.9, n.3, 2005. p. 218-222.

RICCI, Z.; SALVATORI, G.; BONELLO, M.; PISITKUN, T.; BOLGAN, I.; D'AMICO, G.; DAN, M.; PICCINI, P.; RONCO, C. In vivo validation of the adequacy calculator for continuous renal replacement theraíes. *Critical care*, v.9, n.3, p. 266-273, 2005.

RUBIN, S.I. Chronic renal failure and its management and nephrolithiasis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* V. 27, p. 1331-54, 1997.

SAMUELS, A.; O'BRIEN, G.M. Dialysis. In: CRINER, G.J.; DÁLONZO, G.E. *Critical care study guide*. Philadelphia: Springer, 2002, p.693-705.

TAKEDA, M. Applications of hemodialysis to the small animal clinic. *Japanese Journal veterinary Research*, v.40, p.62, 1992.

TWARDOWSKI, Z.J. We should strive for optimal hemodialysis: a criticism of the hemodialysis adequacy concept. *Hemodialysis International*. v. 7, p. 5-16, 2003.

VEADO, J. C. C.; MELO, M.; ALMEIDA, A. E. R. F. Hemodiálise na medicina veterinária. *Cad. Téc. Vet. e Zootec.* UFMG, n. 32, p. 98-103, 2000.

VEADO, J.C.; OLIVEIRA, J.; GUIMARÃES, P.T.C.; MAGALHÃES, M.A.B. *Hemodiálise*. Simpósio de nefrologia veterinária. Anais. P.17-26. 2002.

VEADO, J.C.C. Hemodiálise: Por que empregar a técnica em animais. *Medvep*. v.1, n.1, p.53-57, 2003.

VERONESE, J.N.; MANFRO, R.C.; THOMÉ, F.S. Métodos dialíticos em terapia intensiva. In: BARROS, E.; MANFRO, R.C.; THOMÉ, F.S.; GONÇALVES, L.F.S. *Nefrologia: rotinas, diagnóstico e tratamento*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 1999. p. 404-415.

WEBER, V.; LINSBERGER, I.; ROSSMANITH, E.; WEBER, C.; FALKENHAGEN, D. Pyrogen transfer across high and low-flux hemodialysis membranes. *Artificial Organs*, v. 28, n.2, p. 210-217, 2004.

ZAWADA Jr, E.T. Início da diálise. In: DAUGIRDAS, J.T.; BLAKE, P.G. ING, T.S. *Manual de diálise*. Rio de Janeiro: Medsi, 2003. p.3-12.

7 – ANEXOS

7.1 – Ficha de identificação, exame clínico e histórico do animal

DATA:	CAPILAR:	INTERVALO:
<u>IDENTIFICAÇÃO</u>	Sessão:	
Nome:	Sexo:	Raça:
Idade:	Pelagem:	Peso:
<u>EXAME CLÍNICO</u>		
T°C retal:	FC (bpm):	FR:
<u>INFORMAÇÕES ÚTEIS</u>		
Origem da IRC:		
Observações:		
<u>ÚLTIMOS EXAMES</u>		
Uréia:	Data:	
Hematócrito:	Data:	

7.2 – FICHA DE HEMATOLOGIA

DATA:	CAPILAR:	INTERVALO:
<u>IDENTIFICAÇÃO</u>	Sessão:	
Nome:	Sexo:	Raça:
Idade:	Pelagem:	Peso:
<u>HEMATOLOGIA</u>		
	Hora da coleta:	Hora da coleta:
	Pré-diálise	Pós-diálise
VG		
HB		
Hemácias		
VCM		
Reticulócitos		
Leucócitos totais		
Plaquetas		
Proteínas plasmáticas		
Cálcio		
Creatinina		
Fósforo		
GGT		
Potássio		
Proteínas totais		
Albumina		
Globulinas		
Uréia		
<u>OBS:</u>		

7.3 – FICHA PARA URINÁLISE

DATA:	CAPILAR:	INTERVALO:
<u>IDENTIFICAÇÃO</u>		
Nome:	Sexo:	Raça:
Idade:	Pelagem:	Peso:

	URINA 1	URINA 2
	Data:	Data:
	Hora coleta:	Hora coleta:
Cor		
Aspecto		
Odor		
Densidade		
pH		
Proteínas		
Glicose		
Corpos cetônicos		
Sangue oculto		
Bilirubina		
Urobilinogênio		
Hemácias		
Leucócitos		
Bactérias		
CE renais		
CE pelve		
CE vesicais		
CE uretrais		
Cilindros hialinos		

Cilindros granulosos		
Cilindros celulares		
Cilindros céreos		
Cilindros mistos		
Cristais		
Creatinina		
GGT		
Proteína: Creatinina		

OBS:

7.4 – FICHA PARA HEMODIÁLISE

Animal:	Data:	Sessão:	Capilar:
INÍCIO:			
TÉRMINO:			

Hora da Diálise	Heparina mL	Fluxo de Sangue (mL/min)	UF (mL/h)

Observações	
1ª hora	
2ª hora	
3ª hora	