

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM**

OLVANI MARTINS DA SILVA

**DIALISADOR CAPILAR REUTILIZADO E DE USO ÚNICO EM HEMODIÁLISE:
IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DOS PROFISIONAIS, EM DESFECHOS CLÍNICOS E
CUSTOS**

**Porto Alegre
2016**

OLVANI MARTINS DA SILVA

**DIALISADOR CAPILAR REUTILIZADO E DE USO ÚNICO EM HEMODIÁLISE:
IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DOS PROFISSIONAIS, EM DESFECHOS CLÍNICOS E
CUSTOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Escola de Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Enfermagem.

Área de Concentração: Cuidado em Enfermagem e Saúde

Linha de Pesquisa: Tecnologias do Cuidado em Enfermagem e Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Eneida Rejane Rabelo da Silva

**Porto Alegre
2016**

CIP - Catalogação na Publicação

da Silva, Olvani Martins

Dilisor capilar reutilizado e de uso único em hemodiálise: implicações na saúde dos profissionais, em desfechos clínicos e custos / Olvani Martins da Silva. -- 2016.

141 f.

Orientadora: Eneida Rejane Rabelo da Silva.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Diálise Renal. 2. Rim Artificial. 3. Reutilização de Equipamento. 4. Equipe de Enfermagem. 5. Custos e análise de Custos. I. Rabelo da Silva, Eneida Rejane, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

OLVANI MARTINS DA SILVA**Dialisador Capilar Reutilizado e de Uso Único em Hemodiálise: Implicações na Saúde dos Profissionais, em Desfechos Clínicos e Custos**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Enfermagem da Escola de Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Enfermagem.

Aprovada em Porto Alegre, 05 de dezembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

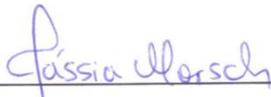
Profa. Dra. Eneida Rejane Rabelo da Silva
Presidente – PPGENF/UFRGS



Profa. Dra. Karina de Oliveira Azzolin
Membro – PPGENF/UFRGS



Prof. Dr. Francisco José Veríssimo Veronese
Membro – FAMED/UFRGS e Serviço de Nefrologia/HCPA



Profa. Dra. Cássia Maria Frediani Morsh
Membro – HCPA

Dedico este trabalho aos meus pais, Valdemar Martins da Silva e Almeri Vieira da Silva, que foram heróis frente às dificuldades para me proporcionar educação.

A meu esposo, Alencar Miglivacca, por seu companheirismo, incentivo incondicional, paciência, carinho e atenção. Com você, sinto-me mais forte.

À minha irmã, Lúcia Martins da Silva, que esteve presente na minha vida nos momentos em que mais precisei.

Aos meus avós, Luiz Martins da Silva e Iracema Santos da Silva, pela presença abençoada em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que é minha fortaleza. Se hoje cheguei aqui, foi porque Ele permitiu, proporcionou todas as minhas conquistas, iluminou meu caminho e mostrou que nada acontece por acaso, para tudo existe um propósito maior e supremo.

À minha orientadora, Professora Eneida Rejane Rabelo, por ter aceitado encarar essa jornada, compartilhar seu conhecimento e destinar seu tempo a instruir uma aprendiz. Obrigada por sua paciência, dedicação e sugestões.

À Enfermeira Maria Conceição da Costa Proença, por sua colaboração nos momentos de dúvidas, pela sua disponibilidade e respeito.

Às enfermeiras Alessandra Rosa Vicari e Karen Patrícia Macedo Fengler, pela receptividade e pelo auxílio na coleta de dados.

À nefrologista Cristina Karohl, pelo incentivo e auxílio no esclarecimento de dúvidas.

À administradora Marize Do Socorro Vulcão Leão, chefe de seção do Serviço de Fisiatria e Reabilitação, Imunologia, Hemoterapia e Nefrologia, por dedicar seu tempo e disponibilizar o material de custos durante a coleta de dados.

À equipe de enfermagem da unidade de hemodiálise, por aceitarem participar do estudo.

Aos pacientes da unidade de hemodiálise, pois sem eles este estudo não seria possível.

À Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC, por articular a viabilidade do Doutorado interinstitucional.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por ter abraçado a proposta do DINTER e proporcionado a minha formação.

Aos professores do programa de Pós-Graduação da Escola de Enfermagem da UFRGS, que compartilharam seus conhecimentos.

Às minhas colegas do DINTER, pela convivência nesse período de aprendizado.

À CAPES, pelo suporte financeiro.

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil na vida de alguém”

Dalai Lama

RESUMO

SILVA, Olvani Martins da. **Dialisador capilar reutilizado e de uso único em hemodiálise: implicações na saúde dos profissionais, em desfechos clínicos e custos.** 2016. 146 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

A reutilização do dialisador capilar em hemodiálise é uma prática realizada em muitos países, apesar de não haver consenso sobre sua segurança e eficácia em comparação ao dialisador de uso único. Em relação ao uso único, apontam-se os custos como grande entrave e a preocupação com o aumento do lixo hospitalar. No que se refere aos riscos do reuso, aponta-se a exposição dos profissionais aos produtos químicos necessários à realização do processo de reutilização, assim como movimentos repetitivos envolvidos na dinâmica dessa técnica; somadas a isto, a redução da eficiência da membrana, a contaminação do sistema, as infecções cruzadas, as reações pirogênicas e as bacteremias. Nesse sentido, tornam-se relevantes estudos que investiguem o efeito da adoção desses métodos nesses desfechos. **Objetivos:** Comparar as implicações do dialisador reutilizado (reuso) com as do utilizado uma única vez (uso único) na saúde dos profissionais, nos desfechos clínicos e custos de pacientes em hemodiálise. **Métodos:** Estudo longitudinal, com coleta de dados retrospectiva, realizado em um Hospital Público Universitário (Janeiro de 2015 a Fevereiro de 2016). Foram incluídos 18 técnicos de enfermagem e 34 pacientes renais crônicos submetidos à hemodiálise nos dois períodos do estudo (período de reuso e período de uso único), por meio de cateter, fístula ou enxerto, com fluxo de sangue de pelo menos 300 ml/min. e tempo de diálise definido entre três a quatro horas por sessão. Considerou-se como desfechos primários os distúrbios osteomusculares, irritação ocular, as dermatoses, afastamento do trabalho e uso de medicações. Como secundários, hemodinâmica, volemia, exames laboratoriais, reações pirogênicas, bacteremias, uso de antibióticos e custos diretos e indiretos do procedimento. Projeto aprovado no Comitê de Ética da instituição. **Resultados:** O tempo médio de trabalho dos 18 técnicos de enfermagem foi de 12 ± 7 anos. Durante o período de reutilização do dialisador, houve sete notificações. Verificou-se uma taxa de exposição ao uso de medicamentos de 6,7 dias para cada 1.000 profissionais no período de reuso do dialisador; 1,52 dias de exposição à medicação para cada 1.000 profissionais no período de uso único do dialisador (RDI= 4,4; IC 95%: 2.182-9.805); os dias de afastamento foram semelhantes entre os períodos. Nos 34 pacientes estudados nos dois períodos, foram semelhantes os parâmetros hemodinâmicos e volêmicos; houve redução de ureia pós-diálise, creatinina, fósforo, ferritina, hematócrito e hemoglobina durante o uso único do dialisador; foi observado um risco 91% menor de pirogenia no uso único do dialisador, se comparado ao período de reuso (RC= 0,091; IC 95%: 0,002-0,625). Não houve diferença significativa na presença da bacteremias ($p= 0,125$); a vancomicina foi utilizada empiricamente para tratar a pirogenia. Para cada paciente em hemodiálise utilizando o dialisador reutilizado, o valor médio foi R\$ 23,18; e com o dialisador de uso único foi de R\$ 39,77 ($p= 0,002$). O custo indireto médio mensal durante o período de reuso foi de R\$ 168,07 (R\$ 0,37 por sessão); e para o uso único foi de R\$133,23 ao mês (R\$ 0,29 por sessão). O custo indireto não apresentou diferença estatística comparando o reuso e uso único do dialisador ($p= 0,463$). **Conclusão:** O reuso do dialisador esteve associado a distúrbios osteomusculares, irritação ocular e dermatoses entre os profissionais de enfermagem, além de maior uso de medicamentos. O uso único do dialisador reduziu pequenos solutos, ferritina, hematócrito, hemoglobina, e apresentou menor risco de pirogenias e bacteremias. Quanto aos custos, o reuso do dialisador obteve benefícios adicionais em

relação aos custos diretos. Entretanto, para custos indiretos, o reuso não apresentou diferença em relação ao uso único.

Palavras-chave: Diálise renal. Rim artificial. Reutilização de equipamento. Equipe de enfermagem. Custos e análise de custo.

ABSTRACT

SILVA, Olvani Martins da. **Single-use and reused capillary dialyzer in hemodialysis: implications for the health of professionals, clinical outcomes and costs.** 2016. 146 f. Thesis (Doctorate in Nursing) – School of Nursing, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

Capillary dialyzer reuse in hemodialysis is a practice carried out in many countries, although there is no consensus about its safety and effectiveness in comparison with the single-use dialyzer. Regarding the single-use dialyzer, costs are considered a major obstacle, as is the concern with the increase in medical waste. In what concerns the risks of reuse, the exposure of the professionals to chemicals needed to carry out the process of reuse, as well as the repetitive movements involved in the dynamics of this technique stand out; added to this, there are the reduced efficiency of the membrane, the contamination of the system, cross-infections, pyrogenic reactions and bacteremia. In this sense, a study which investigates the effect of the adoption of these methods in these outcomes becomes relevant. **Objectives:** To compare the implications of reused dialyzer with single-use dialyzer on the health of professionals, clinical outcomes and costs of patients in hemodialysis. **Methods:** Longitudinal study with retrospective data collection, carried out in a Public University Hospital (January 2015 to February 2016). Participated in the study 18 nursing technicians and 34 chronic kidney patients subjected to hemodialysis in the two periods of the study (reuse and single-use periods), through catheter, fistula or graft, with blood flow of at least 300 mL/min, dialysis time set between three to four hours per session. Musculoskeletal disorders, eye irritation, skin diseases, work leave and the use of medications were considered as primary outcomes. Secondary included hemodynamics, blood volume, laboratory tests, pyrogenic reactions, bacteremia, antibiotic use, direct and indirect costs of the procedure. The project was approved by the Ethics Committee of the institution. **Results:** The average time of work of the 18 nursing technicians was 12 ± 7 years. During the period of dialyzer reuse there were seven notifications. There was a rate of exposure to the use of medicines of 6.7 days for each 1,000 professionals within the period of dialyzer reuse; 1.52 days of exposure to medication for each 1,000 professionals in the period of single use of the dialyzer, (IDR = 4.4; 95% CI: 2,182-9,805); the days of work leave were similar between periods. In the 34 patients studied in the two periods, the hemodynamic and blood volume parameters were similar; there was reduction of urea after dialysis, creatinine, phosphore, ferritin, hematocrit and hemoglobin during the single use of the dialyzer; 91% less risk of pyrogenic reaction was noted in the single use of the dialyzer compared to the period of reuse (OR = 0.091; 95% CI: 0.002-0.625). There was no significant difference in the presence of bacteremia ($p = 0.125$); vancomycin was used empirically to treat pyrogenic reactions. For each patient on hemodialysis using the reused dialyzer, the average value was R\$ 23.18 and with the single-use dialyzer, R\$ 39.77 ($p=0,002$). The average monthly indirect cost during the period of reuse was 168,07R\$ (0.37 R\$ per session), and for the single-used period, R\$ 133,23 per month (0.29 R\$ per session). The indirect cost showed no statistical difference comparing the reuse and the single use of the dialyzer ($p = 0.463$). **Conclusion:** The reuse of the dialyzer was associated with musculoskeletal disorders, eye irritation and skin diseases among nursing professionals, in addition to more frequent use of medicines. The single use of the dialyzer reduced small solutes, ferritin, hematocrit hemoglobin, and showed lower risk of pyrogenic reactions and bacteremia. In what concerns the costs, the reuse of the dialyzer obtained additional benefits concerning the direct costs. However, for indirect costs, reuse exceeded single use values.

Keywords: Renal dialysis. Artificial kidney. Equipment reuse. Nursing team. Costs and cost analysis.

RESUMEN

SILVA, Olvani Martins da. **Dializador capilar reutilizado y de un solo uso en hemodiálisis**: implicaciones para la salud de los profesionales, desenlaces clínicos y costos. 2016. 146 f. Tesis (Doctorado en Enfermería) – Escuela de Enfermería, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

La reutilización del dializador capilar en hemodiálisis es una práctica realizada en muchos países, aunque no hay ningún consenso sobre su seguridad y eficacia en comparación al dializador de uso único. Con relación al uso único, se señalan los costos como un gran obstáculo, además del incremento de los residuos hospitalarios. En lo respecta a los riesgos del reuso, se señala la exposición de los profesionales a los productos químicos necesarios para la realización del proceso de reutilización, así como los movimientos repetitivos involucrados en la dinámica de esta técnica; se suma a esto la reducción de la eficiencia de la membrana, la contaminación del sistema, las infecciones cruzadas, las reacciones pirogénicas y las bacteriemias. En este sentido, estudios para investigar el efecto de la adopción de estos métodos en estos desenlaces se vuelven relevantes. **Objetivos:** Comparar las implicaciones del dializador reutilizado (reuso) con las del dializador de un solo uso (uso único) para la salud de los profesionales, desenlaces clínicos y costos de los pacientes en hemodiálisis. **Métodos:** Estudio longitudinal, con recopilación retrospectiva de datos, realizado en un Hospital Público Universitario (desde Enero 2015 hasta Febrero 2016). Se incluyeron 18 técnicos de enfermería y 34 pacientes renales crónicos sometidos a hemodiálisis en los dos periodos de estudio (periodo de reuso y periodo de uso único), a través de catéter, fístula o injerto, con flujo de sangre de por lo menos 300 ml/min y tiempo de diálisis definido entre tres y cuatro horas por sesión. Se consideraron como desenlaces primarios los trastornos osteomusculares, irritación ocular, dermatosis, alejamiento del trabajo y uso de medicaciones. Como secundarios, se consideraron la hemodinámica, volemia, exámenes de laboratorio, reacciones pirogénicas, bacteriemias, uso de antibióticos y costos directos e indirectos del procedimiento. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la institución. **Resultados:** El tiempo medio de trabajo de los 18 técnicos de enfermería fue de 12 ± 7 años. Durante el periodo de reutilización del dializador, hubo siete notificaciones. Se verificó una tasa de exposición al uso de medicamentos de 6,7 días para cada 1.000 profesionales en el periodo de reuso del dializador; 1,52 días de exposición a la medicación para cada 1.000 profesionales en el periodo de uso único del dializador (RDI= 4,4; IC 95%: 2,182-9,805); los días de alejamiento fueron similares entre los periodos. En los 34 pacientes estudiados en los dos períodos, los parámetros hemodinámicos y volémicos fueron similares; hubo una reducción de urea después del diálisis, y de creatinina, fósforo, ferritina, hematocrito y hemoglobina durante el uso único del dializador; se observó un nivel de riesgo de piogenia 91% menor en el uso único del dializador, en comparación con el periodo de reuso (RC= 0,091; IC 95%: 0,002-0,625). No hubo diferencia significativa en la presencia de bacteriemias ($p= 0,125$); la vancomicina fue utilizada empíricamente para tratar las reacciones pirogénicas. Para cada paciente en hemodiálisis utilizando el dializador reutilizado, el valor medio fue de R\$ 23,18; y con el dializador de uso único fue de 39,77 R\$ ($p= 0,002$). El costo indirecto medio mensual durante el periodo de reuso fue de 168,00 R\$ (R\$ 0,37 por sesión); y para el uso único fue de R\$ 133,23 al mes (R\$0,29 por sesión). El costo indirecto no presentó diferencia estadística comparando el reuso y el uso único del dializador ($p= 0,463$). **Conclusión:** El reuso del dializador estuvo asociado a trastornos osteomusculares, irritación ocular y dermatosis entre los profesionales de enfermería, además de un mayor uso de medicamentos. El uso único del dializador ha reducido pequeños solutos, ferritina, hematocrito, hemoglobina, y ha presentado

un riesgo menor de reacciones pirogénicas y bacteriemias. En cuanto a los costos, el reuso del dializador ha obtenido beneficios adicionales con relación a los costos directos. Sin embargo, para los costos indirectos, el reuso no ha presentado diferencia con relación al uso único.

Palabras clave: Diálisis renal. Riñón artificial. Reutilización del equipamiento. Equipo de enfermería. Costes y análisis de costes.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Principais componentes da prescrição de hemodiálise.....	35
Quadro 2 – Exames incluídos no estudo, com método laboratorial e valor de referência padronizado.....	76
Quadro 3 – Materiais de reuso estimados mensalmente com devidos custos unitários	80
Quadro 4 – Esterilizante e reagente de esterilizante demandados no reuso com respectivas quantidades mensais e valores unitários	81
Quadro 5 – Soluções demandadas no reuso com respectivas quantidades mensais e valores unitários	82
Quadro 6 - Quantidade de antibióticos utilizados pelos pacientes no período de reuso.....	82
Quadro 7 - Cultura de água e hemocultura nos episódios de reação pirogênica	83
Quadro 8 – Custos com recursos humanos e remanejamento por licenças médicas durante o reuso.....	84
Quadro 9 – Medicamentos utilizados pelos profissionais durante o período de reuso.....	85
Quadro 10 – Materiais de uso único, soluções e anticoagulantes estimados mensalmente.	85
Quadro 11 – Custos com antibióticos utilizados pelos pacientes durante o uso único do dialisador.....	85
Quadro 12 – Medicamentos utilizados pelos profissionais durante o uso único	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Notificações de ocorrências dos profissionais técnicos de enfermagem do serviço de hemodiálise durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.	89
Tabela 2 - Afastamentos e uso de medicações pós-notificação de ocorrências e lesões dos profissionais técnicos de enfermagem durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.....	90
Tabela 3 - Características demográficas e clínicas dos pacientes em hemodiálise durante o reuso e uso único do dialisador capilar. Porto Alegre/RS, 2016.	91
Tabela 4 - Parâmetros de diálise durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.	92
Tabela 5 - Parâmetros hemodinâmicos e volêmicos durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.....	93
Tabela 6 - Comparação dos resultados laboratoriais durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.....	93
Tabela 7- Comparação média dos custos diretos da utilização do dialisador reutilizado e uso único. Porto Alegre/RS, 2016.....	97
Tabela 8 - Estimativa dos custos indiretos durante o período de reuso e uso único. Porto Alegre, 2016.	99
Tabela 9 - Variação dos custos indiretos durante o período de reuso e uso único. Porto Alegre, 2016.	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Máquina de Hemodiálise.	34
Figura 2 - Multifatores da Desnutrição Energético Proteica em Pacientes Renais Crônicos em hemodiálise.	42
Figura 3 - Réplica moderna da configuração utilizada por George Haas.	45
Figura 4 - Rim artificial de Willem Culff.	46
Figura 5 - Primeiro dialisador de Gordon Murray.	47
Figura 6 - Dialisador Kiil alterado por Scribner.	48
Figura 7- Partes de um dialisador Capilar	48
Figura 8 - Sequência do tratamento de água em serviço de hemodiálise.	62
Figura 9 - Verificação manual do volume de preenchimento interno das fibras do dialisador.	74
Figura 10 - Bomba de Proxitane utilizada pelo HPCA para preenchimento do sistema dialisador e linhas.	75
Figura 11 - Fluxograma dos técnicos de enfermagem para avaliação das notificações e afastamentos do trabalho durante o período de utilização do dialisador processado e dialisador de uso único. Porto Alegre/RS, 2016.	88
Figura 12 - Fluxograma dos pacientes renais crônicos em tratamento de hemodiálise incluídos no estudo para avaliação dos desfechos clínicos. Porto Alegre/RS, 2016.	91
Figura 13 - Percentagem de pirogenia e ou bacteremia durante o período de reuso e uso único do dialisador. Teste Wilcoxon. Porto Alegre/RS, 2016.	94
Figura 14 - Média estimada para os custos mensais durante o período de estudo. Porto Alegre/RS, 2016.	98

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

AAMI	<i>Association for the Advancement of Medical Instrumentation</i>
AEE	Agentes Estimuladores de Eritropoese
AMP	Ampola
APAC	Autorização de Procedimento de Alta Complexidade
AGH-web	Aplicativo de Gestão Hospitalar da web
β - 2microglobulina	Microglobulina-2 beta
C	Custo
CAPD	Diálise Peritoneal Ambulatorial Contínua
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CGP	Coordenadoria de Gestão de Pessoas
CID	Código Internacional de Doenças
CIT	Comissão Intergestores Tripartite
CMED	Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos
CPF	Cadastro de Pessoa Física
Cust	Custo unitário de cada elemento
CVC	Catéter Venoso Central
Da	Dalton
DC	Dermatite de Contato
DCA	Dermatite de Contato Alérgico
DCI	Dermatite de Contato Irritativa
DPE	Desgaste Proteico Energético
DMAE	Departamento Municipal de água e Esgoto
DO	Dermatose Ocupacional
DORT	Doença Osteomuscular Relacionada ao Trabalho
DRC	Doença Renal Crnica
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPO	Eritropoetina
ekt/V	<i>Equilibratedkt/V</i>
EUTox	<i>European Uremic Toxin</i>
FAV	Fístula Arteriovenosa
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>

FR	Frasco
°C	Graus Celsius
H	Hora
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
HD	Hemodiálise
HDC	Hemodiálise Convencional
HD-D	Hemodiálise Curta Diária
HDF	Hemodiafiltração
HDF-OL-D	Hemodiafiltração on-line curta diária
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
HPTS	Hiperparatireodismo Secundário
I	item
ICS	Infecção da Corrente Sanguínea
IL	Inter leucina
K	Taxa de depuração de ureia
KDIGO	<i>Kidney Disease Improving Global Outcomes</i>
KDOQI	<i>Kidney Disease Outcomes Quality Initiative</i>
K _o A	Coefficiente de transferência de massa
Kt/V	<i>Single-pool kt/V</i>
K _{uf}	Coefficiente de ultrafiltração
IRA	Insuficiência Renal Aguda
IRC	Insuficiência Renal Crônica
ISRN	<i>International Society of Renal Nutrition and Metabolism</i>
L	Litro
LER	Lesão Por Esforço Repetitivo
Mg	Miligrama
mg/dl	Miligrama por decilitro
mg/g	Miligramas por gramas
mg/mmol	Miligrama por milimol
mL	Mililitro
ml/kg	Mililitro quilograma
ml/min	Mililitro por minuto

mmol/L	Milimol por litro
N	Quantidade de material utilizado
Ns	Número de sessões de diálise
NICE	<i>National Institute for Health and Clinical Excellence</i>
NKF/DOQUI	<i>National Kidney Foundation- Dialysis Outcomes Quality Initiative</i>
PA	Pressão Arterial
PCR	Proteína C-Reativa
PEW	<i>Protein-Energy Wasting</i>
PMP	Pacientes por Milhão de População
PSI	<i>Pound Force per Square Inch</i> (Libra Força por Polegada Quadrada)
PTFE	Politetrafluoroetileno
PTH	Paratormônio
RC	Razão de Chances
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RDI	Razão de Densidade de Incidência
RSS	Resíduos de Serviço de Saúde
spKt/v	<i>Single-pool k/tV</i>
SIA/SUS	Sistema de Informações Ambulatoriais do Sistema único de Saúde
SMO	Serviço de Medicina Ocupacional
SPSS	<i>Statistic Package for Social Sciences</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
STROBE	<i>Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology</i>
t	Tempo de duração da sessão de hemodiálise
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGF	Taxa de Filtração Glomerular
TGP	Transaminase Glutâmica Pirúvica
TRS	Terapia Renal Substitutiva
UI	Unidade Internacional
UFC/ml	Unidades Formadoras de Colônias por mililitros
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
URR	Taxa de redução de ureia
V	Volume de distribuição de ureia no paciente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	23
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	27
2	OBJETIVOS	29
2.1	OBJETIVO PRIMÁRIO	29
2.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	29
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
3.1	ASPECTOS GERAIS DA DOENÇA RENAL CRÔNICA	30
3.2	HEMODIÁLISE.....	33
3.2.1	Qualidade e Dose da Diálise.....	37
3.3	TOXINAS URÊMICAS E SUA DEPURAÇÃO	38
3.4	COMPLICAÇÕES ASSOCIADAS AO PACIENTE RENAL CRÔNICO EM HEMODIÁLISE.....	40
3.5	DIALISADOR CAPILAR.....	43
3.5.1	Evolução histórica do dialisador	43
3.5.2	Características das membranas do dialisador	49
3.5.3	Reuso do dialisador e suas membranas	50
3.5.4	Técnica de reuso do dialisador	54
3.5.5	Reuso do dialisador: vantagens e desvantagens	55
3.5.6	Uso único do dialisador: vantagens e desvantagens	57
3.6	BACTEREMIA E REAÇÕES PIROGÊNICAS	58
3.7	TRATAMENTO DA ÁGUA PARA HEMODIÁLISE	59
3.8	CUSTOS COM TRATAMENTO EM UNIDADE DE HEMODIÁLISE	62
3.9	REUSO DO DIALISADOR E OS RISCOS PARA OS PROFISSIONAIS DE ENFERMAGEM	64
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	68
4.1	DESENHO DO ESTUDO	68

4.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO	68
4.3 PERÍODO DE ESTUDO.....	70
4.4 POPULAÇÃO	70
4.4.1 Profissionais	70
4.4.2 Pacientes	70
4.4.3 Critérios de inclusão e exclusão.....	71
4.5 DESFECHOS DE INTERESSE.....	71
4.5.1 Desfechos primários relacionados aos profissionais de enfermagem	71
4.5.2 Desfechos secundários relacionados aos pacientes	72
4.5.3 Desfechos secundários relacionados aos custos diretos com o reuso do dialisador	72
4.5.4 Desfechos secundários relacionados aos custos diretos com o dialisador uso único.....	73
4.5.5 Desfechos secundários relacionados aos custos indiretos com o dialisador reutilizado e de uso único	73
4.6 DESCRIÇÃO DA ROTINA DA UNIDADE.....	73
4.6.1 Técnica de reuso manual do dialisador capilar	73
4.6.2 Monitoramento da qualidade da água.....	75
4.6.3 Exames laboratoriais	75
4.7 COLETA DE DADOS	76
4.7.1 Coleta de dados dos profissionais.....	76
4.7.2 Coleta de dados dos pacientes	77
4.7.3 Coleta de dados dos custos	78
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA E ESTIMATIVA DOS CÁLCULOS.....	79
4.9 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	86
5 RESULTADOS	88
5.1 CAPÍTULO I – PROFISSIONAIS.....	88
5.1.1 Características dos profissionais	89
5.1.2 Notificações de distúrbios osteomusculares, alergias oculares e cutâneas	89

5.1.3	Uso de medicações após a notificação e atendimento	90
5.2	CAPITULO II: DESFECHOS CLÍNICOS NA COMPARAÇÃO DO REUSO DO DIALISADOR E USO ÚNICO	90
5.2.1	Características demográficas e clínicas dos pacientes	90
5.2.2	Parâmetros de diálise durante o período de reuso e uso único do dialisador	92
5.2.3	Parâmetros hemodinâmicos e volêmicos durante o período de reuso e uso único do dialisador	92
5.2.4	Comparação dos resultados laboratoriais durante o período de reuso e uso único do dialisador	93
5.2.5	Episódios de pirogenia e bacteremia durante o período de reuso e uso único do dialisador	94
5.2.6	Bacteremias com hemocultura positiva	94
5.2.7	Micro-organismos isolados na hemocultura e na bacteriologia da água	95
5.2.8	Uso de antimicrobianos e infecções associadas	96
5.3	CAPÍTULO III - CUSTOS DURANTE O PERÍODO DE REUSO E USO ÚNICO DO DIALISADOR	96
5.3.1	Custos diretos por sessão do procedimento	96
5.3.2	Custos diretos mensais durante o período de estudo	98
5.3.3	Custos indiretos mensais e por sessão durante o período de estudo	99
6	DISCUSSÃO	100
6.1	IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DOS PROFISSIONAIS DURANTE O REUSO DO DIALISADOR E USO ÚNICO	100
6.2	DESFECHOS CLÍNICOS NA COMPARAÇÃO DO DIALISADOR REUTILIZADO COM O DE USO ÚNICO	103
6.2.1	Comparação dos resultados laboratoriais entre dialisador reutilizado e dialisador de uso único	103
6.2.2	Pirogenia e bacteremia no período de reuso do dialisador e uso único	106
6.3	CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS DURANTE O REUSO E USO ÚNICO DO DIALISADOR CAPILAR	109

6.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	115
7 CONCLUSÕES	116
7.1 IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA CLÍNICA.....	116
7.1.1 Para a prática clínica.....	116
7.1.2 Para a pesquisa em enfermagem.....	116
REFERÊNCIAS	118
APÊNDICE A – Instrumento de coleta de dados dos profissionais.....	132
APÊNDICE B – Instrumento Desfechos Clínicos	133
APÊNDICE C – Instrumento coleta de dados custos.....	135
APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	137
ANEXO A – Ata de Banca de Qualificação.....	139
ANEXO B – Carta de Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa	141

1 INTRODUÇÃO

A reutilização do dialisador capilar em hemodiálise (HD) é uma prática realizada em muitos países (CHUANG, 2008; MANANDHAR et al., 2009), apesar de ainda não se ter um consenso sobre sua segurança e eficácia em comparação a dispositivos descartáveis, denominados de uso único (COSTA; COSTA, 2011).

Estudos sugerem que a mortalidade associada à reutilização do dialisador pode estar relacionada ao tipo de germicida utilizado durante o reuso, conduta que pode modificar a superfície da membrana do dialisador (LACSON et al., 2011; UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007), afetar seu desempenho e reduzir a remoção de solutos (MELO et al., 2014).

Recentemente, uma coorte retrospectiva avaliou o efeito do dialisador reutilizado com ácido peracético sobre a mortalidade. Os grupos expostos e não expostos foram selecionados a partir de centros de diálise que praticavam 100% de diálise com dialisador de uso único, em comparação aos centros com dialisador reutilizado. Foi realizado controle dos potenciais vieses de confusão por meio de análise estatística rigorosa. Ao final do estudo, os autores não demonstraram associação significativa entre a reutilização e a mortalidade, com exceção de uma variável de sobrevida dependente do tempo, que apresentou efeito protetor para a reutilização (BOND et al., 2011). Resultados a favor de sobrevida foram demonstrados em uma coorte prospectiva, que acompanhou 23 instalações que migraram da técnica de reutilização do dialisador com ácido peracético para o uso único. As avaliações dos pacientes foram realizadas seis meses para os prevalentes do reuso e seis meses de uso único para pacientes de base e incidentes. Os resultados indicaram que o abandono do reuso com ácido peracético esteve associado à melhor sobrevida (LACSON et al., 2011). Em contrapartida, dados recentes de uma revisão sistemática apontaram que não há evidências concretas que comprovem a superioridade ou inferioridade da reutilização do dialisador em comparação ao uso único, principalmente quanto à mortalidade. Esses autores relatam que mesmo com evidências contraditórias, a técnica da reutilização continua presente em nosso meio, e sugerem que estudos com delineamentos mais robustos sejam realizados para analisar a eficácia e segurança do uso do dialisador (GALVAO et al., 2012).

Nesse sentido, uma meta-análise recente, que incluiu apenas dois estudos randomizados, explorou a associação do dialisador de uso único e dialisador com pouco reuso (≤ 6 usos) de alto fluxo *versus* dialisadores de baixo fluxo. Seus achados demonstraram que os dialisadores de alto fluxo utilizados uma única vez e os reutilizados menos que seis vezes estavam

associados com a redução da taxa de risco para as causas de mortalidade (quando comparados aos de baixo fluxo), com a inversão dessa relação para todas as causas e causas cardiovasculares, quando os dialisadores foram reutilizados várias vezes (ARGYROPOULOS et al., 2015).

O que podemos observar em relação às evidências até aqui apresentadas, é que os autores se dedicaram a investigar desfechos duros na comparação do reuso com o uso único do dialisador capilar (BOND et al., FAN et al., 2005; 2011; GALVAO et al., 2012; MANANDHAR et al., 2009). Pouca atenção tem sido dada aos riscos e danos relacionados à saúde dos profissionais que executam o reuso do dialisador. A equipe de enfermagem desempenha rotineiramente essas atividades em muitos centros de diálise, e não estão livres dos riscos de agravos à saúde decorrentes do contato com material biológico e produtos químicos utilizados durante a reutilização do dialisador (DOS ANJOS CORREIA; OLIVEIR SOUZA, 2012).

Há relatos de que as complicações ocorrem devido à manipulação de substâncias tóxicas como ácido peracético (Proxitane[®] e Renalin[®]), utilizadas como esterilizantes no sistema de diálise e desinfecção das máquinas. Tais riscos para a saúde vão desde leves processos alérgicos e queimaduras até o câncer (COSTA; FELLI, 2005; DOS ANJOS CORREIA; OLIVEIR SOUZA, 2012).

O ácido peracético é o esterilizante mais empregado atualmente. O contato direto com esse produto é prejudicial à pele e irritativo às mucosas dos olhos e trato respiratório. Durante sua inalação, pode ocorrer inflamação, edema de laringe, brônquios e pneumonite. Seus sintomas são descritos como desconforto e irritação na garganta, tosse e dispneia (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007). A ocorrência desses sintomas pode se exacerbar em locais físicos projetados inadequadamente com salas pequenas e ventilação insatisfatória, favorecendo o contato com os gases gerados pelo produto químico (DOS ANJOS CORREIA; OLIVEIR SOUZA, 2012).

Além do risco de processos alérgicos, destacam-se também os riscos para distúrbios osteomusculares em sala de reuso. Recentemente, um estudo mensurou os danos à saúde relacionados ao trabalho da equipe de enfermagem de um serviço de hemodiálise, por meio de um questionário sociolaboral e da Escala de Avaliação dos Danos Relacionados ao Trabalho, composta por três fatores, incluindo os danos físicos. Nesse último, a dor musculoesquelética (representada por dor nas costas e membros inferiores) foi avaliada como grave. Os danos físicos também se associaram com a necessidade de afastamento do trabalho para tratamento de saúde (PRESTES et al., 2016). Corroborando esses achados, um estudo abordou

retrospectivamente, durante um período de quatro anos, o absenteísmo em trabalhadores de enfermagem em serviço de hemodiálise que realizavam o processo de reuso, consequentemente. De 57 profissionais, foram analisados 141 atestados médicos. Destes, a causa mais citada de acordo com o Código Internacional de Doenças (CID) relacionou-se a patologias do sistema musculoesquelético (DISSEN et al., 2014). A postura inadequada durante os procedimentos e movimentos repetitivos, em especial na sala de reuso, aumenta a sobrecarga postural diante do tanque de lavagem das linhas e capilares (OLIVEIRA et al., 2013), comprometendo o sistema musculoesquelético.

A despeito desses poucos estudos apresentados acima, não é do nosso conhecimento que tenham sido conduzidas pesquisas que comparassem a técnica de reuso e uso único do dialisador e suas implicações sobre a saúde dos profissionais que executam esse procedimento (LACSON; LAZARUS, 2006). As preocupações imputadas à reutilização do dialisador estão centradas no risco de infecção, nos efeitos bioquímicos e imunológicos e na redução do seu desempenho (MALYSZKO et al., 2016).

Nessa perspectiva, após um alerta do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), em 2014, para casos de infecções da corrente sanguínea (ICS) ocasionadas por bactérias gram-negativas em clínicas de hemodiálise na Califórnia, um grupo de pesquisadores realizou um estudo de caso-controle pareado, para observar a reutilização dos dialisadores nas instituições. Em um ano, foram observados 17 casos de crescimento de microrganismos gram-negativos, dentre os quais *Burkholderia cepacia* (n=9) e *Stenotrophomonas maltophilia* (n=8). Os sintomas associados à presença desses microrganismos se manifestaram na forma de calafrios (76%) e febre (59%) durante a diálise; 41% dos pacientes foram hospitalizados. Nos pacientes casos, o dialisador foi reutilizado mais vezes que os controles (p=0,025), o que confere uma relação com as reações pirogênicas (EDENS et al., 2015).

Nesse contexto, a reutilização de dispositivo médico hospitalar oferece potencial risco ao paciente se contaminado ou danificado, eventos adversos que são passíveis de ocorrência (DHROLIA et al., 2014). O reuso do dialisador é proibido por lei em países da União Europeia e Japão pelos riscos potenciais aos pacientes (ARGYROPOULOS et al., 2015; Chuang, 2008). Os riscos associados ao reuso em curto prazo incluem infecção, reação pirogênica causada pela técnica inadequada de reutilização e, em longo, prazo podem ocorrer consequências adversas à saúde pela exposição ao esterilizante germicida (TWARDOWSKI, 2006a).

Em países de clima quente a reutilização do dialisador é pouco frequente, devido às preocupações relacionadas aos riscos de infecções. Entretanto, na tentativa de conter gastos e testar a segurança da reutilização (AGGARWAL et al., 2012), foi reutilizado o dialisador em até três sessões de diálise, quantidade estabelecida como margem de segurança para não causar danos aos pacientes. Após cada sessão, exames laboratoriais foram coletados e o volume do compartimento de sangue do dialisador monitorado era descartado se inferior a 80% do valor inicial. Ao final do segmento, concluíram que a eficácia da diálise foi mantida com até três usos do mesmo dialisador, além de ter se apresentado economicamente rentável (AGGARWAL et al., 2012).

A preocupação econômica com o tratamento dialítico é mais acentuada em países subdesenvolvidos (como o Nepal), em que a maioria dos centros de diálise reutiliza os dialisadores devido à renda per capita relativamente baixa (MANANDHAR et al., 2009), procedimento que também é adotado por outros países com economia semelhante (GALVAO et al., 2012); (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007). Essa conduta pode ser amparada por um estudo recente realizado em um único centro no Paquistão, que comparou a média total dos custos diretos do dialisador de uso único com o dialisador reusado. Os dados indicaram que a reutilização forneceu um benefício econômico significativo, mantendo-se como um meio de reduzir o custo em hemodiálise em países com recursos limitados (QURESHI et al., 2016). Esses autores colocam como limitação do estudo a não investigação dos desfechos clínicos comparando os tipos de dialisadores.

Os custos com a terapia renal também são uma preocupação em países emergentes como o Brasil, porém não existem estudos comparando os dois métodos de utilização do dialisador. As investigações que abordam custos com a hemodiálise vêm de estudos como o de Abreu et al. (2013), que estimaram os custos da diálise peritoneal e hemodiálise no tratamento da doença renal em fase terminal, em São Paulo, por meio de um estudo prospectivo multicêntrico. A avaliação econômica adotada foi em uma perspectiva social. O custo médio total por paciente-ano em hemodiálise foi de US\$ 28.570, valor esse que pode ser generalizado para todo o país, uma vez que o estudo foi desenvolvido na maior cidade da América Latina (ABREU et al., 2013). Corroborando esse dado, uma revisão sistemática avaliou os custos de diálise de países de baixa e média renda. Foram analisados 18 artigos que abordavam o custo da diálise em diferentes perspectivas de análises (perspectiva do provedor, do paciente e do ponto de vista social), além de alguns incluírem tanto os custos diretos, como indiretos. A análise dessa revisão demonstrou que diálise é uma forma cara de tratamento para a população e que países mais pobres têm uma carga desproporcional para

financiar os serviços de diálise. Os autores também apontaram que existe uma escassez de estudos nessa categoria de países abordando a temática, incluindo o Brasil (MUSHI; MARSCHALL; FLEßA, 2015).

Embora alguns esforços isolados tenham se dedicado a investigar o custo da hemodiálise no Brasil, os estudos disponíveis avaliaram as diferentes modalidades terapêuticas e gastos ambulatoriais no Sistema Único de Saúde (SUS) (ABREU et al., 2013; CHERCHIGLIA et al., 2010). Diante das evidências até aqui apresentadas, identifica-se uma lacuna no conhecimento quanto ao estudo do reuso do dialisador comparado ao uso único e suas implicações na saúde dos trabalhadores. Apesar dos estudos existentes, poucas informações sobre desfechos clínicos que não morte foram analisadas comparando os dois métodos. Os resultados de custos são poucos e nenhum comparou os dois por um longo período de acompanhamento.

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Riscos associados à saúde do trabalhador com o uso de germicidas são condições a serem ponderadas na reutilização do dialisador, uma vez que o contato com ácido peracético pode ser lesivo a mucosas respiratórias, pele e olhos (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007). Somados a esses riscos, encontram-se os distúrbios osteomusculares, ocasionados pela exigência da força física, causando cansaço e dor, por vezes induzindo ao afastamento do profissional (DOS ANJOS CORREA; DE OLIVEIRA SOUZA, 2012). Os estudos disponíveis na literatura que abordam a saúde do profissional e o reuso do dialisador são incipientes, e não comparam o uso único e reuso do dialisador de forma longitudinal (HOEFEL; LAUTERT; FORTES, 2012).

Em relação aos pacientes, um estudo conduzido no Brasil investigou o impacto do reuso sobre a adequação da hemodiálise pelo Kt/V , constatando, por meio de metodologia casuística utilizada, que o reuso não apresentou efeitos adversos sobre a adequação da hemodiálise a partir desse método (ARAÚJO et al., 1998).

Recentemente, a temática sobre o dialisador ganhou reforço em relação ao impacto da reutilização do dialisador na extração de soluto durante a hemodiafiltração on-line, comparada com as sessões de hemodiálise diária de alto fluxo, por meio de um estudo prospectivo não randomizado e unicêntrico. O reuso do dialisador de alto fluxo e alta eficiência não comprometeu a dose do tratamento, e resultou em redução da perda de albumina em

hemodiafiltração on-line (MELO et al., 2014). Todavia, seus resultados não podem ser generalizados pelo baixo número amostral e por se tratar de um único centro.

Embora a preocupação com o dialisador tenha se evidenciado nacionalmente, nos últimos anos, não é do nosso conhecimento estudos comparando o reuso do dialisador com o uso único deste, no que se refere a reações como pirogenia/bacteremias.

Em relação aos custos, na literatura, encontra-se relato de que a produção em massa de dialisadores mais biocompatíveis e os valores adequados favoreceram a redução da reutilização dos dialisadores ao longo dos anos, em países desenvolvidos (DHROLIA et al., 2014), beneficiando os pacientes e reduzindo a exposição aos de resíduos germicidas (GALVÃO et al., 2012; UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007). Por outro lado, em defesa da reutilização existem as vantagens na redução da eliminação de resíduos sólidos de serviços de saúde (RSS), com conseqüente menor dano ambiental (QURESHI et al., 2016).

Embora existam controvérsias quanto ao uso único do dialisador e sua reutilização, a técnica permanece presente no cenário nacional, e estudos de avaliação de custos diretos envolvendo o dialisador de uso único e o reutilizado, em países em desenvolvimento, são limitados (QURESHI et al., 2016).

Mediante a apresentação de todas essas evidências, as lacunas que parecem não respondidas na literatura se relacionam às implicações do reuso do dialisador capilar *versus* seu uso único do dialisador na saúde dos trabalhadores de enfermagem, em desfechos clínicos e custos dos dois dispositivos. Este estudo torna-se relevante na prática clínica, pois aborda uma questão atual sobre a decisão das instituições e equipe na escolha do dialisador capilar, buscando agregar conhecimentos sobre as implicações na saúde dos profissionais de enfermagem em decorrência do reuso do dialisador, somando-se ao fato da temática ser praticamente inexplorada nas literaturas internacional e nacional. Para os pacientes, a relevância se agrega ao propor investigar um método potencialmente mais seguro de tratamento, com vistas a buscar evidências concretas, e assim contribuir com a literatura científica.

Por fim, um estudo de avaliação de custo fornecerá informações sobre os custos diretos e indiretos decorrentes da adoção de um dos dois métodos, que poderão apontar para a melhor decisão mediante as estratégias de intervenção.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Comparar as implicações do dialisador reutilizado (reuso) com utilizado uma única vez (uso único) na saúde dos profissionais, nos desfechos clínicos e custos de pacientes em hemodiálise.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Descrever ocorrências, usos de medicamentos e afastamentos dos profissionais de enfermagem registrados em prontuário do serviço de medicina ocupacional durante a utilização do dialisador reutilizado e de uso único;
- Comparar a hemodinâmica e volemia dos pacientes durante a utilização do dialisador reutilizado e de uso único;
- Comparar os marcadores bioquímicos (ureia pré e pós-diálise, Kt/V, creatinina, cálcio, potássio, fósforo, albumina, ferritina, ferro, hematócrito, hemoglobina e paratormônio) durante a utilização do dialisador reutilizado e de uso único;
- Comparar os episódios de pirogenia e bacteremia durante a utilização do dialisador reutilizado e de uso único;
- Descrever o uso de antibiótico empírico e após resultado de hemocultura positiva durante a utilização do dialisador reutilizado e de uso único;
- Comparar os custos diretos e indiretos durante a utilização do dialisador reutilizado e de uso único.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial teórico descreve os aspectos relacionados à doença renal crônica e a hemodiálise dentre as terapias renais substitutivas (TRS), que foi tema deste estudo. Serão abordados, também, aspectos relacionados ao dialisador capilar, principal objeto da pesquisa. Ao dialisador está reservada uma abordagem referente às suas vantagens e desvantagens aos custos e riscos para a saúde dos profissionais de enfermagem que reutilizam o dialisador.

Assim, o desdobramento deste referencial apresenta-se com a seguinte configuração: aspectos gerais da doença renal crônica, hemodiálise, toxicidade urêmica e as complicações associadas aos pacientes; dialisador capilar, bacteremias e sistema de água para hemodiálise; custos com tratamento em unidades de hemodiálise e os riscos para os profissionais de saúde (dermatoses e distúrbios osteomusculares) que ocorrem por adoção do sistema de reuso do dialisador.

3.1 ASPECTOS GERAIS DA DOENÇA RENAL CRÔNICA

De acordo com as novas Diretrizes estabelecidas pelo *Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO)*, a doença renal crônica (DRC) é definida por anormalidades estruturais e funcionais dos rins, de duração superior a três meses, que comprometem a saúde (KDIGO, 2013). Essa última nota foi adicionada nessa nova versão, uma vez que os autores reconhecem que nem todas as anormalidades estruturais apresentam efeitos indesejáveis à saúde (KIRSZTAJN et al., 2014).

A classificação da DRC baseia-se na causa, na categoria da taxa de filtração glomerular (TFG) e na albuminúria. A TFG a partir da creatinina sérica continua a ser a melhor medida da capacidade dos rins filtrarem o sangue, constituindo-se no método utilizado para o diagnóstico, classificação e o acompanhamento da progressão da DRC. Para isso, a TFG – representada em (ml/min/1,73 m²) – foi dividida nas seguintes categorias: G1 (≥ 90), G2 (60-89), G3a (45-59), G3b (30-44), G4 (15-29) e G5 (< 15) (KDIGO, 2013; KIRSZTAJN et al., 2014), onde G é o estadiamento da doença.

Como marcador da lesão renal, a albuminúria ou proteinúria recebeu a categorização da seguinte forma: A1 (normal ou ligeiramente aumentada, quando < 30 mg/g ou < 3 mg/mmol), A2 (ou moderadamente aumentada, na presença de 30-300 mg/g ou 3-30 mg/mmol) e A3 (severamente aumentada, valores > 300 mg/g ou > 30 mg/mmol) (KDIGO, 2013; KIRSZTAJN et al., 2014).

Nas últimas décadas houve um acréscimo global na prevalência da DRC, o que representa um desafio para os sistemas de saúde, com valores elevados tanto para o setor público quanto para o privado, com reflexos diretos em recursos financeiros e indiretos por meio da perda de produtividade e redução da qualidade de vida (SENEVIRATHNA et al., 2012). Suas taxas de prevalência possivelmente aumentarão em consequência do envelhecimento populacional e aumento de doenças crônicas não transmissíveis, como hipertensão arterial sistêmica (HAS) e diabetes (KERR et al., 2012; SENEVIRATHNA et al., 2012).

Um estudo de coorte, realizado na Ásia, buscou identificar os fatores associados com a progressão da DRC e a mortalidade, em uma região considerada endêmica para a DRC, e identificaram uma associação entre a progressão da doença e a hipertensão. O sexo masculino foi o mais afetado, grande parte da população em estudo estava abaixo do peso, sugestivo de fator nutricional prejudicado. Outro aspecto encontrado é que grande parte da população em estudo eram jovens em estágio um da doença, o que, segundo o autor, gera preocupação para as próximas décadas, tendo em vista a progressão da patologia. A taxa de mortalidade neste estudo foi de 5,3% para 100 pacientes/ano (SENEVIRATHNA et al., 2012).

O diabetes também foi apontado como causa para o desenvolvimento da DRC na Ásia, em especial na Índia, em que um estudo sobre os vários aspectos da DRC criado pelo *Society of Nephrology*, em 2005, assinalou, em seu primeiro relatório, que a causa mais comum de doença renal crônica é a nefropatia diabética, seguida por causa indeterminada, e em ordem decrescente aparecem a glomerulonefrite crônica e nefrosclerose hipertensiva em igual proporção (RAJAPURKAR et al., 2012).

Na Líbia, país africano, a maioria dos pacientes com DRC são considerados adultos jovens, economicamente ativos, com uma faixa etária média de 49 anos. As causas comuns de DRC nesse país considerado pouco povoado são a diabetes, nefropatia hipertensiva (em pacientes acima de 50 anos), glomerulonefrite, doenças hereditárias e, em menor proporção, mais comumente entre as mulheres, as doenças autoimunes (ALASHEK; MCINTYRE; TAAL, 2012). Embora a Líbia apresente uma semelhança das causas de DRC em comparação aos outros países, o que chama a atenção são as causas por doenças hereditárias, fato que pode ser atribuído, naquela região, pelo alto índice de casamentos entre parentes em comunidades árabes (ALASHEK; MCINTYRE; TAAL, 2012).

Na Inglaterra, nas últimas décadas, têm ocorrido mudanças expressivas no controle e gerenciamento da DRC a partir de incentivos financeiros. O *National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE)* presta orientações por meio de recomendações de diagnóstico

precoce e terapêutica adequada para o manuseio da doença renal crônica, com ênfase no controle da hipertensão (KERR et al., 2012).

Semelhante aspecto tem ocorrido na Dinamarca, onde, nas últimas décadas, tem-se observado uma expressiva redução na incidência de DRC terminal na população com faixa etária entre 60 e 80 anos. Em contrapartida, houve aumento substancial nos índices de prescrição de anti-hipertensivos, o que, segundo o autor, são fenômenos interligados, ou seja, sugestivo de que a DRC pode ser controlada ou evitada se medidas eficazes forem implementadas (HEAF; WEHBERG, 2012).

Na América Central, em especial na Nicarágua, um estudo realizado por Ramirez-Rubio et al. (2013) apontou outras causas para DRC, com fatores relacionados ao labor, como no caso dos agricultores, pela exposição a produtos químicos, e mineradores e pedreiros, possivelmente relacionados à exposição ao sol e calor. Ainda destacam a contaminação da água por metais pesados, uso de medicamentos nefrotóxicos, má nutrição, consumo de álcool, infecções ocasionadas por *Leptospira* e cinzas vulcânicas, além de infecções do trato urinário. (RAMIREZ-RUBIO et al., 2013).

No Brasil, de acordo com o censo de diálise realizado pela Sociedade Brasileira de Nefrologia, no ano de 2014, as principais causas da DRC foram a hipertensão arterial, com 35%, o diabetes, que corresponde a 29%, e a glomerulonefrite crônica, com 13%, seguidos de outras causas. (SESSO et al., 2016). Para Cassini et al.(2010), a hipertensão e o diabetes no Brasil podem estar relacionados ao processo da urbanização, que traz uma série de fatores de risco, como sedentarismo, alimentação industrializada, atividades estressantes, facilidade ao consumo de álcool e tabaco. Nessa mesma perspectiva, Carvalho et al.(2013) apontam a hipertensão como um dos principais fatores de risco ao aumento dos índices de complicações graves do organismo, como acidente vascular encefálico (AVC) e DRC. Mendes et al.(2011) assinalam que o diabetes também contribui para o risco de doenças cardio e cerebrovasculares, bem como comprometimento de vários órgãos.

Os principais sinais e sintomas apresentados pelos pacientes com DRC incluem a cefaleia, a fraqueza, a perda de apetite, paladar e olfato, além de náuseas, vômitos, câimbras, diarreia, oligúria, edema, sonolência, palidez, fraqueza, dismenorreia, amnorreia, atrofia testicular, impotência sexual, déficit de atenção, confusão mental, asterixe, obinubilação e, em condições extremas de azotemia, o coma. Por fim, ainda podemos citar a hipertrofia ventricular esquerda e arritmias (FROTA; BORGES 2013; RIBEIRO et al., 2009).

Com o declínio da capacidade do funcionamento normal do rim, os resíduos tóxicos que deveriam ser excretados tendem a se acumular na corrente sanguínea, causando disfunções

orgânicas como anemia, enfraquecimento ósseo, desnutrição, neuropatia, doenças cardíacas, distúrbios no metabolismo dos nutrientes, ocasionando desnutrição, disfunção hormonal, gastrintestinal e doenças associadas (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010). Todas essas alterações comprometem significativamente a qualidade de vida dos pacientes (COSTA; VASCONCELOS; TASSITANO, 2010).

Quando esses sinais e sintomas urêmicos alcançam parâmetros críticos, ou quando 90% ou mais da função renal são perdidos, a TRS passa a ser necessária. Dentre as opções de tratamento de substituição renal encontram-se o transplante, a diálise peritoneal e a hemodiálise. A seguir, apresentaremos um capítulo de hemodiálise, que constituiu a TRS da amostra deste estudo.

3.2 HEMODIÁLISE

A Terapia Renal Substitutiva (TRS), tendo a hemodiálise como modalidade de tratamento, tem se evidenciado nos últimos anos. Uma atualização do registro Latino Americano de Diálise e Transplante Renal relata, a partir de dados referentes a 20 países que abrangem 99% da população Latino Americana, que a prevalência TRS teve um acréscimo de 541 pacientes por milhão de população (pmp) entre os anos de 1991 e 2010. O incremento relativo à hemodiálise foi de 392 pmp, mantendo-se superior em relação à diálise peritoneal e ao transplante (PECOITS-FILHO et al., 2015).

No Brasil, houve um aumento no número de unidades ativas de 2012 para o ano de 2013, e o número estimado de pacientes no país duplicou nos últimos dez anos. Em 2003 havia 54.523 pacientes, e, em 2013, esse número chegou a 100.397 pacientes. Entre 2010 e 2013, houve um aumento de 3% de pacientes ao ano em TRS, embora a taxa de prevalência tenha se mantido estável. Nesse mesmo ano, 90,8% dos pacientes em diálise crônica estavam na modalidade de hemodiálise (SESSO et al., 2014).

A hemodiálise é a terapêutica mais empregada para tratar a DRC, e seu objetivo principal é a remoção de líquidos, toxinas e metabólitos por diálise. Os solutos são removidos por difusão por meio de um gradiente químico, ao passo que a ultrafiltração resulta do gradiente de pressão hidrostática. Como técnicas alternativas à hemodiálise é possível citar a hemofiltração, em que os solutos são retirados por convecção e hemodiafiltração, que é resultante da depuração dos solutos por difusão e convecção (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010). Ao final de cada sessão pretende-se obter a restauração da homeostasia e realizar o balanço zero de sódio e água (LOCATELLI; CANAUD, 2012).

Durante o tratamento de hemodiálise, o sangue do paciente é extraído do corpo e circula em uma máquina extracorpórea (COSTA et al., 2015). Conforme demonstrado na Fig. 1., ela é responsável por manter o fluxo da solução que banha o dialisador, pelo controle da retirada de líquidos do organismo e pelo aquecimento do sangue extracorpóreo:

Figura 1 - Máquina de hemodiálise



Fonte: Do autor.

O sangue que passa pelo circuito extracorpóreo flui por meio de linhas arteriais e venosas sem contato direto com a máquina (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010). Quando no dialisador, o sangue corre de um lado da membrana, enquanto que o outro lado da membrana de diálise é banhado por fluido (solução de eletrólitos).

Para que ocorra esse fluxo de sangue através do circuito, faz-se necessário um acesso vascular de grande calibre que permita um fluxo sanguíneo adequado, uma vez que, no procedimento hemodialítico, o sangue será transferido para o filtro (circulação extracorpórea), retornando ao paciente múltiplas vezes (BRASIL, 2010).

Para isso é necessária uma via de acesso vascular, sendo preferível a fístula arteriovenosa. Sua confecção é feita por meio de procedimento cirúrgico, pela junção de uma artéria com uma veia. Esse procedimento permite um fluxo de sangue superior a 300 ml/min e possibilita inúmeras punções. Quando a cirurgia para realização da fístula arteriovenosa se torna inviável, é possível a confecção de uma prótese para união da veia e da artéria (FRANCO PÉREZ; RODRÍGUEZ HUNG; TELEMAQUE, 2015). Outra opção de acesso vascular é a colocação de cateter. Em situações de emergência, é recomendável a colocação de um cateter temporário (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010), e seu uso requer uma

monitoração contínua. Em alguns casos, um cateter tunelizável é implantado cirurgicamente e assume o papel de acesso permanente.

Além da vigilância do acesso venoso, é necessária uma avaliação do estado fisiológico do paciente durante cada sessão de hemodiálise, a fim de estabelecer uma sincronia entre a prescrição e as metas a serem aplicadas durante a sessão (HIMMELFARB; IKIZLER, 2010).

O Quadro 1 apresenta os principais componentes da prescrição de hemodiálise:

Quadro 1- Principais componentes da prescrição de hemodiálise

COMPONENTES	COMENTÁRIOS
Dialisador	Dialisadores de fibra oca são preferidos (segurança).
Membranas	Membranas sintéticas, por sua biocompatibilidade.
Permeabilidade da membrana	Membranas de alto fluxo permitem maior remoção de solutos, se comparadas com membranas de baixo fluxo.
Tempo de tratamento	Tradicionalmente, cerca de 4 horas.
Frequência do tratamento	Usualmente, três vezes por semana. O aumento da frequência de diálise para mais de 3 vezes por semana melhora a depuração de soluto e remoção de fluido.
Taxa de fluxo sanguíneo	Prescrição habitual: 200 a 400 ml/min. Fluxo sanguíneo atingível é dependente do tipo e qualidade do acesso vascular. Aumentando o fluxo sanguíneo, aumenta-se a remoção de soluto.
Débito de dialisado	Taxa usual é o dobro da taxa de fluxo sanguíneo alcançado para atingir depuração de soluto perto do máximo.
Taxa de ultrafiltração	Deve ser inferior a 10 ml/kg de peso corporal/hora, para reduzir o risco de hipotensão intradialítica.
COMPOSIÇÃO DO DIALISATO	
Sódio	Entre 130 e 145 mmol/litro. Concentrações superiores de sódio diminuem o risco de hipotensão intradialítica, mas aumentam a sede e ganho de peso Interdialítico.
Potássio	Em geral 2 a 3 mmol/litro. Níveis mais baixos de potássio no dialisato estão associados à morte súbita cardíaca; remoção de potássio intradialítico é altamente variável.
Cálcio	Geralmente 1,25 a 1,75 mmol/litro. Apenas cálcio não ligado à proteína é removido; níveis mais elevados de cálcio dialisado aumentam a pressão arterial intradialítica.
Magnésio	Geralmente 0,5 mmol/litro. O nível ideal de magnésio não está resolvido, e fluxo de magnésio é difícil de prever.
Tampões alcalinos	Normalmente, 30 a 40 mmol/litro. Predominantemente bicarbonato com uma pequena quantidade de acetato de etilo; concentração de bicarbonato

pode ser ajustado para correção da acidose metabólica.	
CONTINUAÇÃO	
Cloreto	Definido por cátions prescritos e tampões alcalinos no dialisato
Glicose	Comumente 100 a 200 mg/dl
Medicações intradialíticas	Eritropoietina, ferro, análogos da vitamina D, os antibióticos.
Anticoagulante	Heparina ou outros agentes.

Fonte: Himmelfarb; Ikizler (2010).

O cronograma de hemodiálise nas últimas cinco décadas tem sido praticado com um esquema de três sessões semanais de quatro horas de duração, estabelecido na década de 70, quando o Congresso Americano autorizou a cobertura dos custos do tratamento pela Medicare – Sistema de Seguros de Saúde gerido pelo governo dos Estados Unidos – e o tratamento de hemodiálise passou a contemplar um maior número de pacientes. Mas, com o aumento da demanda pelo tratamento, foi necessário reduzir o número de sessões para três vezes por semana, tempo considerado suficiente para fornecer uma diálise adequada para atingir as metas de depuração de ureia e de remoção das toxinas urêmicas (HIMMELFARB; IKIZLER, 2010).

Dessa forma, foi estabelecido o chamado esquema de Hemodiálise “Convencional” (HDC). Nesse esquema, o tratamento consegue remover entre um a quatro litros de fluidos durante quatro horas, três vezes por semana (MATOS; LOPES, 2009). Essa redução do número de horas possibilitou dialisar mais pacientes em um único dia utilizando a mesma máquina. Tal prática deu origem ao chamado turno de diálise (MATOS; LUGON, 2010).

No entanto, o tratamento convencional apresenta alguns inconvenientes. O fato do paciente não receber o tratamento durante os finais de semana, permanecendo 68 horas sem diálise, aumenta as complicações nos dois primeiros dias da semana (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010), pela dificuldade de manutenção da euvolemia, o que resulta em HAS e complicações relacionadas, incluindo hipertrofia ventricular esquerda (RANGANATHAN; JONH, 2012).

Em decorrência da sobrecarga hídrica, grandes volumes de ultrafiltrados necessitam ser removidos em uma única sessão. Consequentemente, ocorre redução abrupta da Pressão Arterial (PA) intradialítica. Pacientes nesse esquema de tratamento apresentam expectativa de vida significativamente reduzida, quando comparada com a população geral (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

Na tentativa de adequar esses inconvenientes, outros esquemas de hemodiálise têm sido propostos para obter melhor qualidade no tratamento. Entre eles, os mais representativos são a hemodiálise diária de curta duração, onde o paciente realiza o tratamento em média de 1,5 a 2,5 horas, durante seis dias da semana (MATOS; LOPES, 2009). Nesse esquema de hemodiálise, alcança-se um perfil de concentração de soluto mais regular e, por ser menos intenso, apresenta maior estabilidade cardiovascular, melhor controle da pressão arterial, metabolismo do fósforo e cálcio, padrão do sono e melhor qualidade de vida (RENAU ORTELLS, et al., 2009).

Outra proposição que tem sido discutida é a diálise noturna prolongada, onde o paciente realiza cinco a sete sessões semanais de oito horas por noite. Estudos apontam que a diálise noturna proporciona maior flexibilidade para os pacientes durante o dia, melhora a qualidade de vida e aumenta a sua sobrevivência (MESQUITA et al., 2015; RANGANATHAN; JONH, 2012). Todas essas alternativas de esquemas de hemodiálise buscam melhorar a terapia, garantindo sua eficiência e melhor qualidade em termos do tratamento dialítico.

3.2.1 Qualidade e Dose da Diálise

A melhor forma de avaliar se a dose de diálise está em conformidade com a prescrição é por meio da depuração de pequenos solutos. Para que um soluto possa ser considerado ideal, a fim de avaliar sua remoção, ele precisa ser facilmente mensurado (abundante o suficiente) e mover-se livremente por difusão através das membranas de diálise e compartimentos corporais, sem se ligar a macromoléculas no soro. Entre os pequenos solutos, a ureia apresenta tais características, sendo um importante marcador para medida de adequação da diálise (KDOQI, 2015).

Para avaliar sua depuração residual, faz-se necessário a monitoração constante da eficácia da diálise, cujo objetivo é estabelecer a dose de diálise adequada e contribuir para a correção do estado urêmico, manutenção dos níveis de eletrólitos séricos, estado nutricional e volume de líquidos (MOLINA NÚÑEZ, 2010).

A depuração da ureia fracionada é obtida por meio do Kt/V , variáveis que se traduzem em K: taxa de depuração da ureia, t: tempo de duração da sessão de hemodiálise e V: volume de distribuição da ureia no paciente; assim, os métodos mais empregados para avaliar a eficácia da diálise a partir da remoção da ureia são: Taxa de Redução da Ureia (TRU), Kt/V de único compartimento ($spKt/V$), Kt/V equilibrado (eKt/V) e o Kt/V padrão semanal (BRESTIER et al., 2012; DAUGIRDAS et al., 2013). Recomenda-se que essa avaliação seja

realizada mensalmente, e as amostras sanguíneas obtidas para mensurar a ureia pré-diálise devem ser livres de anticoagulante ou solução salina, assim como as amostras pós-diálise devem ser coletadas após 15 segundos de diálise em fluxo lento de 100 ml/min, ou com uma pausa do dialisato durante três minutos (KDOQI, 2015).

Ainda que o Kt/V seja um recurso útil para verificar a entrega da diálise prescrita, ele não prevê os níveis de toxinas urêmicas, uma vez que a toxicidade é proporcional às concentrações de toxina no corpo (GLORIEUX; TATTERSALL, 2015).

3.3 TOXINAS URÊMICAS E SUA DEPURAÇÃO

A síndrome urêmica é a principal consequência da deterioração da função renal, uma vez que provoca acúmulo de resíduos orgânicos denominados toxinas urêmicas, as quais contribuem para alterações sistêmicas. Clinicamente, esse fenômeno é conhecido como uremia ou, em termo simplista, “urina no sangue”(BARRETO et al., 2014).

O estudo sobre as toxinas urêmicas teve início na década de 80, mas só ganhou visibilidade quando, em 1999, três pesquisadores – Bauermeister, na Alemanha; Stegmayr, na Suécia e Vanholder, na Bélgica – decidiram estudar as questões específicas de retenção de solutos. Isso deu início ao Grupo de Trabalho Europeu em Toxinas Urêmicas (EUTox), que ficou conhecido, a nível mundial, pelo notável incremento nos estudos sobre o assunto, e pela criação do banco de dados que disponibiliza uma lista dos principais solutos de retenção urêmica (VANHOLDER et al., 2015).

Com os avanços da cromatografia e espectrometria de massas, essa lista já conta com a catalogação de aproximadamente 200 solutos. Muitos outros compostos que ainda estão caracterizados apenas pela massa molecular não se encontram listados, o que se acredita haver uma multiplicidade maior de solutos urêmicos em um futuro próximo (MEYER; HOSTETTER, 2014).

A classificação das toxinas urêmicas ocorre de acordo com suas propriedades físico-químicas. Assim, a subdivisão dirige-se a três tipos de moléculas. O primeiro grupo, dos chamados compostos pequenos que possuem peso molecular menor que de 500 Dalton (Da), são hidrossolúveis e não ligados à proteína. Destacam-se a ureia (primeiro soluto a ser identificado e de maior concentração no sangue dos pacientes), a creatinina (que se apresenta como um marcador da função renal), as gaudínas (metabólito da arginina) e o fósforo. Todos são considerados de fácil remoção durante a diálise. O segundo grupo de compostos pequenos, porém ligados à proteína, inclui os fenóis e indóis, de difícil remoção por meio da

diálise e que produzem efeitos tóxicos ao organismo (BARRETO et al., 2014; DELTOMBE et al., 2015; GLORIEUX; TATTERSALL, 2015).

A lista das toxinas de médio tamanho, com peso molecular maior que 500 Da, incluída no terceiro grupo, compreende, dentre outras, a β 2-microglobulina (β 2-M), o paratormônio e a leptina, e suas propriedades comprometem vários órgãos do sistema. A remoção desses compostos do meio orgânico só é possível com a utilização de membranas de diálise que possuam grandes poros, para facilitar a passagem através da membrana (GLORIEUX; TATTERSALL, 2015).

Alguns estudos têm se dedicado a investigar a remoção desses compostos do meio orgânico, a exemplo de um ensaio clínico cruzado, realizado por Cornelis et al. (2014), que comparou a Hemodiálise (HD) e a Hemodiafiltração (HDF) de alto fluxo tanto convencional quanto estendida, para observar os efeitos dessas modalidades na remoção de toxinas urêmicas em 16 pacientes randomizados. Destes, apenas 12 concluíram o estudo. A intervenção consistia em receber uma sessão de hemodiálise de quatro horas (HD4), uma sessão de quatro horas hemodiafiltração on-line (HDF4), uma sessão de oito horas de hemodiálise (HD8) e uma sessão de hemodiafiltração on-line de oito horas (HDF8), com intervalo de duas semanas entre as sessões de estudos (CORNELIS et al., 2014).

Os resultados apontaram uma depuração dialítica de β 2M superior para a HDF estendida. A depuração dialítica de pequenas moléculas (ureia, creatinina, ácido úrico e fosfato) foi semelhante entre as sessões do estudo. Nesse aspecto, houve uma superioridade entre os tratamentos estendidos sobre os convencionais, e a convecção teve efeitos benéficos sobre a remoção de toxinas urêmicas maiores. Embora tenha se apresentado uma redução de β 2M, é preciso salientar que os níveis médios pré-diálise β 2M foram significativamente maiores antes das sessões HDF8, em comparação com as sessões HD4 e HD8, o que os autores atribuíram à possibilidade da aleatorização do estudo (CORNELIS et al., 2014).

Os efeitos de longo prazo HDF on-line sobre os níveis de solutos de diferentes marcadores de peso molecular ou agentes causadores de transtornos metabólicos mais comuns em uremia foram avaliados por um estudo prospectivo multicêntrico, realizado por Pedrini et al. (2011), em oito centros italianos. Um total de 69 pacientes foram distribuídos aleatoriamente para duas sequências de tratamento de seis meses de hemodiálise de baixo fluxo (HD) (A) ou HDF on-line (B), como tratamento experimental. Posteriormente, os pacientes foram transferidos do tratamento A para B e do tratamento B para A por mais seis meses, completando um ano de observação. Como resultado, HDF on-line foi favorável em relação à HD de baixo fluxo na remoção de B2-M, pequenos solutos (Kt/Vurea), níveis mais

baixos de proteína C-reativa e triglicérides, redução dos níveis de homocisteína, fosfato e Paratormônio (PTH) (PEDRINI et al., 2011).

A redução desses marcadores sinaliza, de forma positiva, para a redução das complicações urêmicas (PEDRINI et al., 2011). No entanto, quando o tratamento de hemodiálise não consegue remover essas toxinas de forma satisfatória, o acúmulo dessas substâncias no organismo deverá interagir negativamente e causar inúmeras complicações sistêmicas.

3.4 COMPLICAÇÕES ASSOCIADAS AO PACIENTE RENAL CRÔNICO EM HEMODIÁLISE

Uma vez não removidos, os solutos urêmicos acumulados causam efeitos que são comumente observados em pacientes mantidos em diálise convencional, como as alterações neuromusculares, deflagradas por redução da energia, alteração do estado mental, anorexia, náuseas, síndrome das pernas inquietas, neuropatias periféricas e distúrbios de sono. Além disso, existem os efeitos endócrinos e metabólicos observados por amenorreia, disfunção sexual, resistência à insulina, aumento do catabolismo proteico/muscular, redução da sobrevivência dos glóbulos vermelhos e disfunção plaquetária (KDOQUI, 2015; MEYER; HOSTETTER, 2014).

Várias toxinas urêmicas têm sido associadas a efeitos nocivos em órgãos e tecidos, em especial no sistema cardiovascular, como estresse oxidativo, inflamação (BARRETO et al., 2014), sobrecarga de volume, calcificação vascular e disfunção endotelial (STINGHEN; PECOITS-FILHO, 2011). O endotélio, como uma das maiores estruturas do corpo e regulador do equilíbrio vascular, torna-se alvo de muitas patologias; em condições urêmicas, origina uma resposta inflamatória vascular sistêmica levando à disfunção endotelial, evento comumente descrito na DRC (STINGHEN; PECOITS-FILHO, 2011).

A hiperfosfatemia contribui substancialmente nos distúrbios cardiovasculares e está associada à mortalidade na população de pacientes hemodialíticos (KETTELER; WÜTHRICH; FLOEGE, 2013), pois o fósforo, juntamente com o cálcio, são as principais toxinas urêmicas associadas à calcificação vascular.

Uma recente revisão sistemática demonstrou que a calcificação vascular é um processo que envolve vários mecanismos responsáveis pelo depósito de cálcio na parede dos vasos. Isso causa conseqüente redução da elasticidade pelo aumento da rigidez vascular e altera a onda de pulso. Esse prejuízo na elasticidade resulta em hipertensão arterial sistólica,

responsável pela hipertrofia de ventrículo esquerdo e aumento na demanda de oxigênio, juntamente com disfunção diastólica (KARWOWSKI et al., 2011).

Além das alterações cardiovasculares, os distúrbios no metabolismo do cálcio e fósforo estão associados a manifestações clínicas, como o aumento do hormônio paratireóide (MARTÍNEZ-CASTELAO et al., 2014), que, por sua vez, também sofre influência do calcitriol (hormônio regulador produzido no rim), encontrando-se reduzido em pacientes em HD. Sua deficiência ocasiona hipocalcemia e, por meio de mecanismo indireto, favorece a produção de PTH (CUSTÓDIO et al., 2013).

Pacientes com aumento de PTH desenvolvem Hiperparatireodismo Secundário (HPTS), cujas características são as dores musculares, articulares e ósseas (CUSTÓDIO et al., 2013), além das alterações da estrutura e função ósseas, com frequentes fraturas e deformações (BARRETO et al., 2014), rupturas em tendões e calcificações. Sua principal complicação é a doença cardiovascular (CUSTÓDIO et al., 2013). O PTH em excesso pode causar fibrose de medula óssea e prejudicar a eritropoiese (BARRETOS et al., 2014), colaborando para o agravamento da anemia.

A anemia na DRC está vinculada à diminuição da eritropoietina, hormônio produzido pelos rins e que atua na regulação da eritropoiese (MARTÍNEZ-CASTELAO et al., 2014). Com a perda da massa renal, ocorre um decréscimo na produção da Eritropoietina (EPO), interferindo na diferenciação e maturação das células vermelhas. Outros fatores como perdas sanguíneas, inflamação, deficiência de ácido fólico e vitamina B₁₂ também aparecem como desencadeadores de anemia (ABENSUR, 2010).

Nesse sentido, uma coorte retrospectiva buscou identificar a ocorrência de anemia entre pacientes pediátricos em hemodiálise e a associação entre os valores de hemoglobina e as variáveis relacionadas à anemia na DRC. Foram incluídos 29 pacientes, contabilizando 357 evoluções médicas, identificando que a anemia esteve presente em 65,3% das consultas. A presença de anemia foi associada às internações, ao uso de antibiótico e, a nível laboratorial, esteve relacionada a menores valores de creatinina, hematócrito e albumina, com valores maiores de ferritina, alumínio e Kt/V equilibrado. O uso do hidróxido de ferro mostrou-se como fator protetor para a anemia (FREITAS et al., 2015).

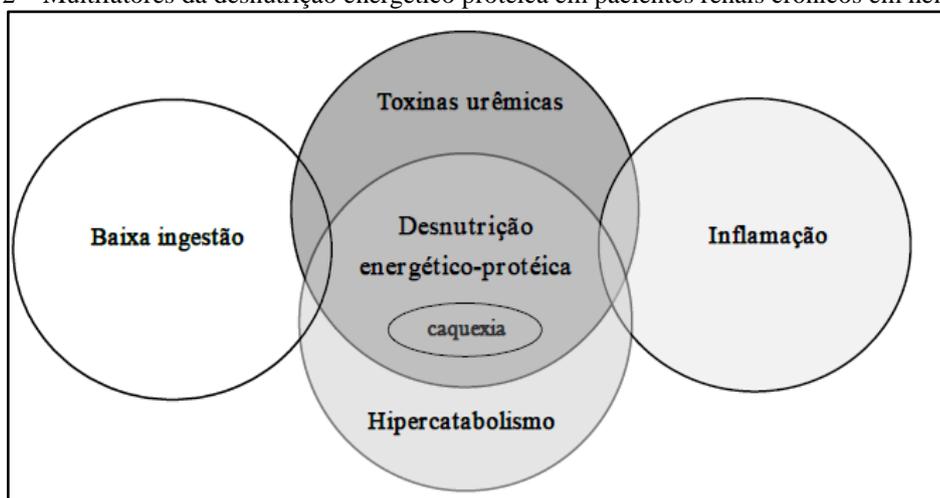
Na população adulta, a ocorrência de anemia, o perfil laboratorial renal e de ferro foram verificados por meio de um estudo retrospectivo descritivo em 45 prontuários de pacientes, dos quais se analisou exames realizados no início e após nove meses de tratamento (primeiro e quarto exame). Nesse estudo, a maioria dos pacientes apresentaram anemia logo após o início do processo de hemodiálise (97,8%). O aumento da hemoglobina e hematócrito ao

longo do tempo de hemodiálise (após avaliação do quarto exame) e redução gradativa da anemia foram atribuídos pelos autores à utilização da EPO e ferro, assim como a correlação positiva entre hemoglobina baixa e ferritina normal (no primeiro exame) de início de tratamento (BUENO; FRIZZO, 2014).

A presença da anemia é marcada por palidez cutânea, hipertrofia ventricular e insuficiência cardíaca, redução da capacidade física e cognitiva (ABENSUR, 2010); (BUENO; FRIZZO, 2014). É uma complicação que se apresenta como via de regra nos pacientes renais crônicos que iniciam tratamento hemodialítico, e está associada à mortalidade e redução da qualidade de vida. Além da alteração da eritropoietina e deficiência do ferro, a anemia é influenciada na presença da inflamação crônica (ABENSUR, 2010).

O processo inflamatório conduz a uma má resposta da ação medular à EPO, favorecendo a anemia e a desnutrição. Além da inflamação, outros fatores se fazem presentes no desenvolvimento da desnutrição (JÚNIOR OLIVEIRA et al., 2015), conforme apresentado na Figura 2. Somados a esses fatores, a anorexia, perda de nutrientes e aminoácidos através do dialisato e acidose metabólica condicionam a desnutrição energética proteica em um importante preditor de morbimortalidade (VERGINE et al., 2011):

Figura 2 – Multifatores da desnutrição energético proteica em pacientes renais crônicos em hemodiálise



Fonte: Cuppari; Kamimura, 2009.

Em pacientes renais em hemodiálise as alterações nutricionais recebem várias definições, como déficit nutricional, sarcopenia, caquexia ou síndrome de má nutrição inflamatória. No entanto, essas nomenclaturas não descrevem a fundo o mecanismo da alteração nutricional dos pacientes urêmicos, e, em 2008, a *International Society of Renal Nutrition and Metabolism (ISRNM)* propôs uma unificação das terminologias para um único termo, designado *Protein-Energy Wasting (PEW)* (GRACIA-IGUACEL et al., 2014).

Posteriormente, a Sociedade Espanhola em Nefrologia propôs o termo “Desgaste Proteico Energético” (DPE), o qual unifica as diversas alterações nutricionais e catabólicas procedentes da uremia. Seus critérios diagnósticos requerem uma avaliação nutricional global por meio de critérios bioquímicos, massa corporal, massa muscular e ingesta (GRACIA-IGUACEL et al., 2014). Esses critérios foram empregados por uma coorte espanhola envolvendo 90 pacientes, para avaliar o estado nutricional mediante os valores bioquímicos e antropométricos e determinar se no período de quatro anos os pacientes em hemodiálise sofreriam alterações sugestivas de deterioração nutricional relacionada ao tratamento. Ao final do seguimento, constatou-se uma redução significativa nos parâmetros bioquímicos nutricionais, pela diminuição de proteína, colesterol total, ferritina e albumina, evidenciando o dano nutricional (FERNANDES CASTILHOS; FERNANDEZ GALLEN, 2011). Todas essas complicações apresentadas ocorrem em decorrência da falência renal; no entanto, existem ainda as complicações associadas ao tratamento durante sua execução.

Nesse sentido, uma coorte avaliou 508 pacientes em hemodiálise de seis diferentes centros de tratamento, por meio de questionários para determinar a carga e a duração dos sintomas associados à sessão de diálise. Os sintomas especificamente experimentados durante a sessão de HD foram a fadiga (82%) e a hipotensão (76%). Em percentagens menores, temos as câimbras, tontura, cefaleia, prurido e dor lombar. A maioria dos pacientes relatou recuperar-se da sessão de diálise ao retornar para casa, e 24% na manhã seguinte. Houve associação significativa na carga de sintomas entre os centros, sugerindo que a prática da realização de diálise pode prevenir alguns efeitos adversos durante a terapia, dependendo da prática clínica adotada pelo centro (CAPLIN; KUMAR; DAVENPORT, 2011), pois, em alguns casos, a diálise recebida pelo paciente pode ser inferior à prescrição previamente calculada, acentuando as complicações. Tal diferença da dose de diálise relaciona-se ao acesso venoso, ao baixo fluxo de sangue, à interrupção do tempo prescrito da sessão ou à redução da eficácia do dialisador (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

3.5 DIALISADOR CAPILAR

3.5.1 Evolução histórica do dialisador

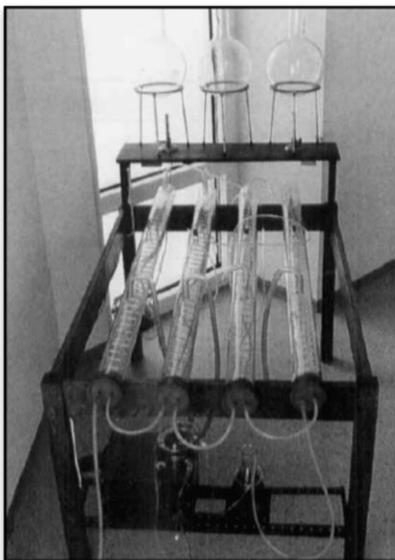
Somente após décadas do conceito original da diálise, formulado por Thomas Graham, é que a técnica dialítica começou a ser utilizada em seres vivos. Seu precursor foi Abel John J., em Baltimore, Maryland – EUA, no ano de 1913. Tais experimentos receberam o nome de

“vivi difusão”, uma vez que o procedimento consistia na remoção do sangue de um animal vivo, extraído por meio de punção arterial e submetido à circulação extracorpórea durante o processo de purificação. Para evitar a coagulação sanguínea, utilizou-se uma substância chamada hirudina (retirada de sanguessugas). Assim, foi possível circular o sangue através de uma ramificação de tubos de vidro, passar pelas membranas e retornar ao animal por uma cânula venosa sem coagular o sistema (ABEL; ROWNTREE; TURNER, 1990; EKNOYAN, 2009). Surgia, ali, a primeira inter-relação entre diálise e dialisador. Embora de início rudimentar, o aparelho possibilitava uma hemodiálise eficiente sem expor o sangue ao ambiente e sem causar prejuízo ao animal, ainda que, em seus estudos, reconhecia a necessidade de um aparelho com maior área de superfície (ABEL; ROWNTREE; TURNER, 1990).

Na mesma época, de forma independente e sem conhecimento das pesquisas de Abel, o pesquisador alemão Georg Haas trabalhava em estudos experimentais com animais na tentativa de remover metabólitos do sangue por meio da diálise, utilizando membranas semipermeáveis. Georg Haas teve seus experimentos interrompidos por ocasião do início da primeira guerra mundial e, ao ser enviado aos campos de batalha, se deparou com jovens soldados vitimados pela uremia. Isso o motivou a dedicar seu tempo a experimentos de hemodiálise nos anos subsequentes (WIZEMANN; RITZ, 1998).

Haas considerava que a eficácia dialítica era dependente das propriedades da membrana de diálise. Por esse motivo, utilizou membranas de várias origens até determinar aquela que permitisse maior eficiência, e, a partir do aumento da área de superfície, conseguiu esterilizar todos os componentes do circuito extracorpóreo com etanol. Muitos problemas técnicos ocorreram, como perdas sanguíneas, durante a expansão da superfície do dialisador, dificuldades com a anticoagulação até então realizada com hirudina. Todavia, com a comercialização da heparina abriu-se maior possibilidade de êxito em seus experimentos (WIZEMANN; RITZ, 1998) e, em janeiro de 1928, frente a um grave paciente urêmico, Haas realizou o primeiro tratamento dialítico em humanos. Apesar da melhora do paciente, havia muitas dificuldades técnicas. Aliado a isso, seus feitos não foram bem recebidos pela comunidade científica da época, desmotivando ou inibindo o pesquisador a dar segmento aos estudos (WIZEMANN; RITZ, 1998). Uma réplica da configuração utilizada por Haas é mostrada na Figura 3:

Figura 3- Réplica moderna da configuração utilizada por George Haas



Fonte: Wizemann; Ritz (1998).

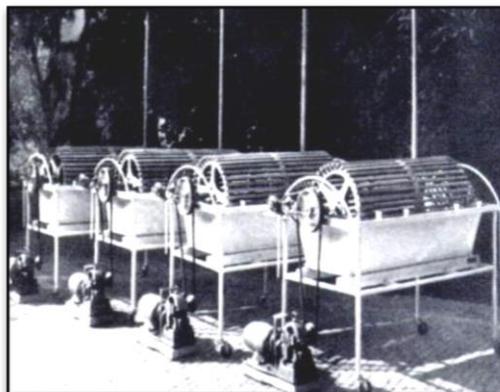
No ano de 1839 houve a descoberta da celulose, que mais tarde passou a ser comercializada como celofane, na França, e contribuiu para o desenvolvimento da diálise, quando, em 1927, Freda Wilson, da *University of British (Columbia)* utilizou o celofane em laboratórios de diálise, demonstrando que esse material era de fácil esterilização, comparando o processo com o colodion¹ (CAMERON, 2000).

Por volta de 1936, em Nova Iorque, o hematologista William Thalhimer realizou contribuições para o desenvolvimento da hemodiálise. Seu foco de estudo na época era a transfusão sanguínea com o uso da heparina, mas, intrigado com a possibilidade de redução da uremia em cães pós nefrectomia, construiu um rim artificial semelhante ao de Abel, e obteve uma diálise de três a cinco horas. Thalhimer descreveu a prática como uma possibilidade promissora do uso do celofane em diálise humana (CAMERON, 2000).

Essa possibilidade foi utilizada em 1943, na Holanda, por Willian Johan Kolff, ao realizar sua primeira diálise após o desenvolvimento de um rim artificial. Esse rim era formado por 30 metros de tubos de celofane enrolados em espiral em volta de um cilindro de aço horizontal giratório, o qual era banhado em um tanque aberto com capacidade de 70 a 100 litros de dialisado. O sangue do paciente percorria o interior do tubo, e a cada rotação do cilindro, mergulhava no tanque (KOLFF et al., 1944), conforme mostrado na Figura 4:

¹ É uma mistura de celoidina com éter e álcool (TWARDOWSKI, 2006).

Figura 4 – Rim artificial de Willem Kolff



Fonte: Kolff et al. (1944).

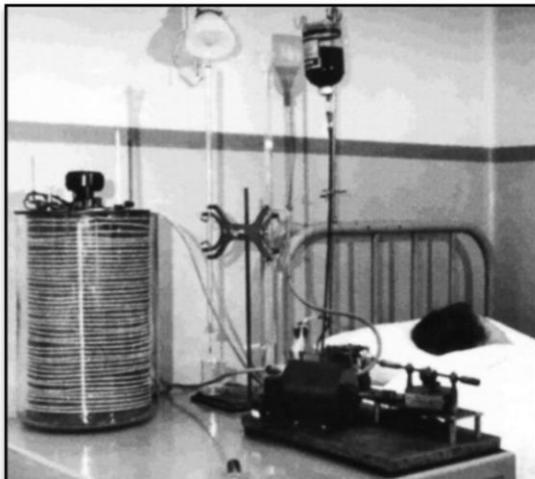
Os tubos, conexões e celofane passavam por processo de limpeza e esterilização e eram mantidos cheios dessa solução. Antes da conexão no paciente, a solução era retirada e lavada com solução salina, removendo o ar do interior dos tubos (KOLFF et al., 1944).

A primeira diálise bem sucedida de Kolff ocorreu em 1945. Em seguida, ele percorreu toda a Europa em busca de subsídios para fabricação do seu aparelho, tornando um modelo comercializável. Durante a década de 40, várias máquinas foram comercializadas na Europa e América e o rim Kolff-Brigham (versão melhorada do dialisador tambor de Kolff) foi fabricado em grande escala na década de 50, nos Estados Unidos (MCKELLAR, 1999).

Na mesma época, mas sem conhecer os trabalhos de Kolff, no Canadá, o cirurgião Gordon Murray se aventurava ao desenvolver seus aparelhos de diálise. O primeiro deles, construído em 1945-6, foi baseado no trabalho de Thalhimer utilizando as mesmas membranas de celofane usadas para embalagem de salsicha. Nele, o tubo foi enrolado verticalmente ao redor de um cilindro de arame e introduzido em um recipiente com dialisado, e o fluxo de sangue era controlado por meio de válvulas. Alguns pacientes foram dialisados com esse aparelho, mas pela baixa adesão dos colegas da época, o mesmo caiu em abandono (MCKELLAR, 1999).

Mais tarde, em 1950, Murray desenvolveu seu segundo aparelho. Esse modelo era mais compacto em relação ao primeiro, com um dialisador de placa plana. O aparelho de Murray, mostrado na Figura 5, se diferenciava por ser estático e vertical, com frascos de vidro, enquanto o de Kulff era horizontal e rotativo. Além disto, não teve muita aceitação, já que seus estudos eram pouco difundidos fora de Toronto, com raras exceções, entre elas a do Dr. Tito Ribeiro de Almeida, no Brasil (MCKELLAR, 1999):

Figura 5 – Primeiro dialisador de Gordon Murray



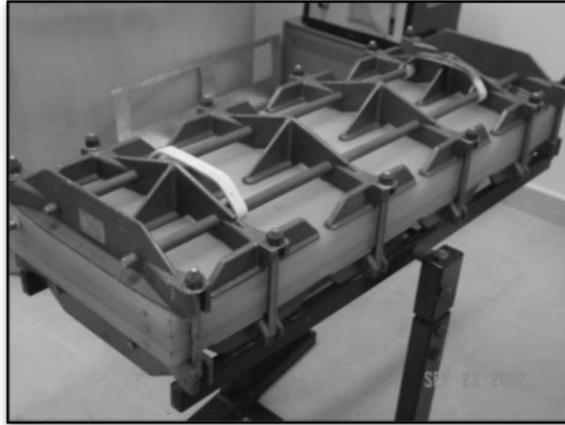
Fonte: McKellar (1999).

Com conhecimentos do método de Murray, em São Paulo, o Dr. Tito de Almeida desenvolveu seu rim artificial fabricado artesanalmente. Mas a montagem do aparelho era morosa, além dos problemas encontrados com acesso venoso, que a cada sessão necessitava dissecar uma artéria e uma veia, razão pela qual a terapia era disponibilizada apenas a pacientes com insuficiência renal aguda (IRA). Em 1º de dezembro de 1949, o primeiro paciente sobreviveu ao tratamento, e, somente em 1956 chega ao Brasil o primeiro rim artificial de Kolff- Brigham (MION JR; ROMAO JR, 1996).

Em março de 1960 inicia-se um novo capítulo da hemodiálise, ao ser criado o shunt de Theflon (Politetrafluoretileno ou PTFE), pelos médicos Belding, Hibbard e Scribner, além do engenheiro Wayne Quinton, o que possibilitou a diálise em pacientes crônicos (BLAG, 2007). Ainda em 1960, Fred Kiil, na Suécia, desenvolveu um novo modelo de dialisador de placas paralelas. Nesse modelo, as membranas foram desenvolvidas por folhas de cuprofan prensadas entre pares de placas. Um mecanismo contra corrente em fluxo oposto auxiliava no desempenho da remoção dos líquidos com toxinas (KULATILAKE; VICKERS, 1969).

Em 1961, Scribner, após uma visita à Noruega, trouxe para os Estados Unidos um modelo de dialisador, que serviu para a fabricação das placas Kiil. No entanto, a montagem era demorada e havia o risco de infecção pela ineficiente esterilização do aparelho. Isso levou ao desenvolvimento de um subtipo do modelo de Kiil tradicional, mais compacto, de fácil montagem e pré-esterilizado (KULATILAKE; VICKERS, 1969; TWARDOWKI, 2008), conforme se vê na Figura 6.

Figura 6 – Dialisador Kiil alterado por Scribner



Fonte: Twardowski (2008).

Ao final dos anos 60, um grupo de pesquisadores nos Estados Unidos desenvolveu o dialisador de fibra oca, também denominado capilar, utilizando fibras de acetato de celulose. Nesse modelo, o sangue flui para dentro de uma câmara em uma extremidade do compartimento cilíndrico, permitindo sua circulação através dos capilares da membrana sem entrar em contato direto com a solução de diálise, a qual circula em torno das fibras. A partir de 1985 esse modelo de dialisador se consolidou, dominou o mercado e eliminou os demais modelos comercializados (TWARDOWSKI, 2008).

Atualmente, os dialisadores são formados por milhares de fibras capilares dispostas paralelamente, que se unem formando uma superfície interna que, dependendo do modelo, pode ultrapassar 2m^2 . Suas fibras são separadas de forma a permitir a passagem da solução de diálise em contra corrente ao sangue que flui no interior das fibras. (Figura 7):

Figura 7 – Partes de um dialisador capilar



Fonte: Do autor.

Três fatores são determinantes nas propriedades dos atuais dialisadores, a saber: a capacidade convectiva (coeficiente de ultrafiltração, K_{UF}); a capacidade de difusão, medida por meio do *clearance* (coeficiente de transferência de massa KoA); e a permeabilidade das

membranas ao soluto de maior peso molecular (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010). Nesse sentido, torna-se relevante considerar alguns aspectos da membrana no momento da escolha.

3.5.2 Características das membranas do dialisador

As membranas que compõem o dialisador são estruturas semipermeáveis, responsáveis pelas trocas entre o sangue e o dialisato e classificam-se pelos seguintes aspectos: a) pela dependência de sua composição química: recebe a denominação de celulósica ou sintética; b) quanto à capacidade de remoção de pequenas moléculas, utilizando-se da ureia como marcador: descrita como de alta ou baixa eficiência; c) pela capacidade de remoção de moléculas médias, referenciando à β 2-microglobulina como marcador: denominam-se de alto ou baixo fluxo (FORD; WARD; CHUENG, 2011).

Membranas de celulose inicialmente foram obtidas a partir de células vegetais (algodão). A primeira membrana desenvolvida a partir da celulose foi o cuprofano, que resultou na membrana mais utilizada nos primeiros 30 anos de tratamento de hemodiálise em pacientes renais crônicos. Essa espécie de membrana era considerada resistente e desempenhava o transporte dos solutos por difusão, porém, devido à presença de radical hidroxila em sua superfície, foi considerada bioincompatível para o tratamento de hemodiálise, e sua produção foi suspensa em 2006 (FORD; WARD; CHUENG, 2011), pois o contato do sangue com membranas bioincompatíveis pode desencadear uma série de manifestações clínicas e laboratoriais durante a sessão de diálise. Com o passar do tempo, devido à exposição a esse material, um estado inflamatório crônico se instala predispondo à morbimortalidade (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

Para contornar essa situação, passou-se a produzir membranas denominadas celulósicas modificadas e assintéticas. As celulósicas modificadas recebem duas sub-denominações, que são as celuloses substituídas, nome atribuído à substituição do grupo hidroxílico por outras moléculas, como os acetatos, dos quais derivaram as membranas de diacetato e triacetato de celulose (FORD; WARD; CHUENG, 2011), e as semissintéticas, que são constituídas a partir do acréscimo de um material sintético, a celulose liquefeita como adietilaminoetila (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

As membranas sintéticas, dentre as quais se destacam a polissulfona, a poliacrilonitrila, a poliamida e o policarbonato, embora sejam descritas pelo nome de um único polímero, são geralmente constituídas por mais de um polímero. Foram desenvolvidas para alta permeabilidade à água, e apresentam constituição mais espessa em comparação com as

celulósicas e estrutura homogênea ou assimétrica. Por outro lado, algumas membranas eram muito hidrofóbicas e, conseqüentemente, ocorria maior absorção de proteínas plasmáticas em sua superfície. Para correção dessa condição, as polissulfonas hidrofóbicas foram revestidas com polivinilpirrolidona, mas a adição desse constituinte pode resultar em alterações na distribuição dos poros da membrana e tornar a membrana susceptível a modificações durante seu reuso, dependendo do esterilizante (FORD; WARD; CHUENG, 2011).

Em relação ao fluxo ou permeabilidade, as membranas celulósicas são constituídas predominantemente de baixo fluxo (capazes de remover moléculas de baixo peso); já as membranas sintéticas podem ser projetadas tanto para uso em baixo como em alto fluxo. As de alto fluxo possuem a capacidade de remoção de moléculas maiores, como β_2 -microglobulina. O fluxo também determina a capacidade de ultrafiltração da membrana. Assim, as membranas de alto fluxo apresentam maior K_{UF} (coeficiente de ultrafiltração), ou seja, maior quantidade de fluído que se move através da membrana sob uma pressão transmembranar (KERR; TOUSSAINT, 2013).

Membranas de alto fluxo apresentam benefícios potenciais em termos de liberação de β_2 -microglobulina e possíveis benefícios de sobrevida para alguns grupos, tais como aqueles em diálise por mais de 3,7 anos. Sua principal desvantagem relaciona-se com o seu custo, que de início apresentava-se como fator restritivo, mas atualmente tem se aproximado do custo das membranas de baixo fluxo (KERR; TOUSSAINT, 2013), embora ainda seja comum a prática reutilizar as membranas na tentativa de conter custos (CHUANG et al., 2008).

3.5.3 Reuso do dialisador e suas membranas

A reutilização do dialisador e suas membranas tem sido uma prática comum desde o início da terapia dialítica, impulsionada com o propósito de reduzir o tempo consumido e pela morosidade demandada durante a montagem do aparelho. Contudo, a partir dos anos 50, com o início da comercialização dos dialisadores pré-montados, foi possível reduzir o tempo de trabalho na montagem do dialisador. Em contrapartida, houve um incremento no valor dos aparelhos e a redução dos custos tornou-se o incentivo para reutilizar os dialisadores (TWARDOWSKI, 2006b).

Em função disso, Sheldon, Silva e Rosen (1964), em 1963, desenvolveram uma técnica de reutilização dos dialisadores Coil (tubo celofane enrolado em espiral) e linhas em pacientes renais crônicos e agudos, por meio da refrigeração. O objetivo da técnica era reduzir o crescimento bacteriano, e para isso utilizaram 7 kg de gelo adicionados a 100 litros de água da

torneira. Ao redor do tanque de aço em que o banho era mantido, uma manta de fibra de vidro foi envolta para retardar o aquecimento do tanque e manter uma temperatura entre 0 a 7°C por um período de até quatro horas. Essa técnica permitia reutilizar o dialisador nos pacientes renais crônicos de quatro a cinco vezes. Outra vantagem, segundo os autores, é que a montagem e o funcionamento do dialisador poderiam ser realizados pela equipe de enfermagem treinada, sem a supervisão médica. Reações febris foram associadas à técnica, que foi substituída (SHELDON; SILVA; ROSEN, 1964).

Com os dialisadores Kill, a técnica de reutilização ocorria pela lavagem do compartimento de sangue com solução salina estéril antes de iniciar o procedimento dialítico, e o compartimento de solução de diálise era lavado com água de torneira. A presença de pirogenia era constante pelo crescimento bacteriano, e a técnica foi substituída por esterilização com cloreto de benzalcômio (Zenphiran). Mais tarde, foi introduzida a aplicação de formalina a 2% (TWARDOWSKI, 2006b).

Bell e Figueiroa conseguiram reutilizar o dialisador por até 14 vezes, retirando o sangue do sistema do dialisador por passagem de ar. Após isso, permitiu-se a recirculação de dois a quatro litros de solução salina estéril heparinizada no dialisador, até completa ausência de sangue ou partículas de fibrina. O dialisador era então armazenado em saco plástico limpo e mantido a uma temperatura de 4°C até o próximo uso. Para os autores, esse método possibilitava uma redução de custos de até 70% (BELL; FIGUEIROA, 1970).

Em meados dos anos 70, a prática da desinfecção e reutilização do dialisador aumentou após a comercialização dos dialisadores de fibra oca e pelo custo elevado das membranas sintéticas (LIGHT, 2010). Para reutilizá-los, após a diálise o sangue era devolvido ao paciente por *push* de ar no circuito extracorpóreo. Posteriormente, lavava-se o compartimento de sangue com água filtrada e preenchia-se com formaldeído 2,5%. A diferença entre o volume do dialisador pré-diálise e pós-diálise até então não havia sido estabelecido (TWARDOWSKI, 2006b).

A padronização da reutilização do dialisador de fibra ocasionalmente foi descrita por Lázarus e colaboradores em 1973, quando o volume do dialisador era aferido antes e após a sessão de hemodiálise e baseado na correlação entre a redução da eficiência do dialisador e seu volume. Os autores indicaram descartar o dialisador se houvesse redução superior a 30% (30 ml). Nesse processo, apesar da utilização do peróxido de hidrogênio para limpar as fibras, o formaldeído a 2% era a solução utilizada como germicida (TWARDOWSKI, 2006b).

O formaldeído foi amplamente empregado como agente desinfetante e esterilizante entre as décadas de 60 e 70 no reuso de dialisadores. Utilizado nas concentrações de 1-10%

em temperatura ambiente, poderia levar até 24h para a eliminação completa de esporos. Embora considerado de amplo espectro, baixo custo e não corrosivo, possuía a desvantagem de apresentar odor desagradável e potencial carcinogênico. Foi apontado como causador de anemia hemolítica (TWARDOWSKI, 2006b).

No final dos anos 70 e início de 80, o desenvolvimento dos equipamentos automatizados de reuso dos dialisadores contribuiu para fortalecer a técnica de reutilização. Nessa mesma década, o reuso foi alvo de preocupações ao ser mostrado que a leucopenia apresentava maiores índices em centros que realizavam o reuso com hipoclorito de sódio (LIGHT, 2011). Esses, muitas vezes, eram utilizados em combinação com o formaldeído por facilitarem a remoção de coágulos ou camada proteica na superfície da membrana, mas mesmo que conseguisse preservar o *priming* a técnica poderia comprometer a integridade da membrana (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

O glutaraldeído e o ácido peracético passaram a competir com o formaldeído nos anos 80. Durante o período de 1983-2002, nos Estados Unidos, a percentagem de centros utilizando formaldeído para reuso de dialisadores diminuiu de 94% para 20%, enquanto que a percentagem utilizando mistura de ácido peracético aumentou de 5% para 72% (KDOQI, 2006). A forma aquosa do glutaraldeído é levemente ácida, não esporicida e se mostrou tão eficaz quanto o formaldeído, exceto pelo número inferior de reutilizações do dialisador e, pela toxicidade, seu uso foi reduzido (TWARDOWSKI, 2006b).

Quanto ao ácido peracético, é recomendado um tempo mínimo de oito horas para a esterilização. Comparado ao formaldeído, apresenta baixa toxicidade nas concentrações necessárias para desinfecção e é de fácil remoção do dialisador, mas é facilmente degradado por metais pesados e materiais orgânicos a altas temperaturas, fazendo com que uma desinfecção segura só ocorra com uso de água deionizada e armazenagem dos dialisadores à baixa temperatura (TWARDOWSKI, 2006b). Quando utilizado em membranas de baixo fluxo, após 12 reusos, a vitamina B₁₂ torna-se impermeável. Para as membranas de alto fluxo, parece não influenciar em queda do K/tv, mas induz à queda na depuração de β 2-microglobulina (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

Ao longo dos anos, a reutilização dos dialisadores vem sendo mantida pela evolução dos germicidas empregados (LIGHT, 2011). A mistura de ácido peracético, ácido acético e peróxido de hidrogênio, dentre os vários métodos de limpeza e esterilização desenvolvidos no decorrer do século 20, conquistou espaço no cenário da reutilização dos dialisadores, sendo o germicida mais empregado atualmente (LUGON; MATOS; WARRAK, 2014; TWARDOWSKI, 2006b).

Embora um relatório expedido pelo *Food and Drug Administration* (FDA) – que investiga vários tipos de soluções utilizadas para o reuso dos dialisadores segundo a citotoxicidade relativa em pacientes expostos e profissionais de saúde – tenha apontado o ácido peracético como sendo severamente citotóxicos, seus efeitos em longo prazo da exposição crônica são desconhecidos (LACSON; LAZARUS, 2006).

Outro método de esterilização do dialisador é por meio da utilização de calor, que consegue eliminar a exposição ao germicida pelos pacientes e equipe. No entanto, a temperatura elevada produz sobrecarga térmica na estrutura da membrana, reduzindo o número de reutilizações, sendo uma prática incomum nos centros de diálise e favorecendo a preferência por produtos químicos (LIGHT, 2010).

O reuso dos dialisadores deve atender aos padrões estabelecidos por órgãos regulamentadores das normas e práticas recomendadas para a reutilização de hemodialisadores. A *Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI) foi o órgão que desenvolveu os parâmetros de segurança, os quais são reforçados pelas diretrizes da *National Kidney Foundation - Dialysis Outcomes Quality Initiative* (NKF/DOQI) (KDOQI, 2006; LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

No Brasil, a legislação brasileira que estabelece as normas para o reuso se apoia nas recomendações da AAMI (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010). Até 2013, a Resolução da Diretoria Colegiada RDC número 154, de 15 de junho de 2004, estabelecia o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise. Em seu texto, preconizava que os dialisadores e linhas arteriais e venosas poderiam ser reutilizados para o mesmo paciente até 12 vezes quando em reuso manual, e 20 vezes quando em reuso automatizado, considerando-se dialisador e linhas um único conjunto a fim de descarte. Quando, após a verificação do volume interno da fibra, ocorresse uma redução superior a 20% do volume inicial, descartava-se o dialisador, independente do método empregado para o seu reuso. A reutilização do dialisador era vedada em paciente portador de HIV (BRASIL, 2004a).

No entanto, a RDC número 11 de 2014 trouxe adequações quanto à prática estabelecida na RDC 154, vedando a reutilização de linhas arteriais e venosas. Os dialisadores passaram a ser proibidos para reuso quando: a) na rotulagem exibam a descrição “proibido reutilizar”; b) não possuam membranas biocompatíveis; c) em pacientes com sorologia positiva para hepatite B, C e HIV; d) em pacientes com sorologia desconhecida para esses marcadores. Estabelece também que os dialisadores podem ser reutilizados até 20 vezes em máquina processadora e suprime o reuso manual (BRASIL, 2014).

3.5.4 Técnica de reuso do dialisador

Reuso em diálise é a utilização do dialisador e suas linhas arteriais e venosas para o mesmo paciente, por mais de uma vez, após as respectivas reutilizações, as quais compreendem o conjunto de procedimentos de limpeza, desinfecção, verificação da integridade, medição do volume interno das fibras e armazenamento dos dialisadores e suas linhas arteriais e venosas (BRASIL, 2014).

Os dialisadores podem ser reusados/processados de forma manual ou automatizados. Para ambos a sequência da técnica é semelhante. O que difere é o emprego de aparelho com capacidade de verificar o *priming* e detectar rupturas nas membranas quando a reutilização for automatizada (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010), e, segundo a literatura, apresenta melhor segurança ao reduzir riscos de erros humanos, além de permitir distribuição apropriada do germicida durante o preenchimento do dialisador e proporcionar efetiva exposição às concentrações dos germicidas padronizados (LIGHT, 2011).

Entretanto, em ambas as técnicas, após a identificação do dialisador, as etapas do reuso compreendem a lavagem no compartimento interno das fibras, realizada prontamente ao término da sessão de diálise com solução salina, no momento em que o sangue em circulação extracorpórea é devolvido ao paciente. Em seguida o dialisador é encaminhado à sala de reuso, onde recebe uma lavagem para remover resíduos de sangue do interior das fibras. Inicialmente lava-se o compartimento interno das fibras seguido do compartimento do dialisado, emergindo as membranas a uma ultrafiltração reversa por alguns minutos (LUGON; MATOS; WARRAK, 2014).

Após a lavagem do dialisador, os agentes químicos, como as misturas de ácido peracético/peróxido de hidrogênio/ácido acético são utilizados para auxiliar na remoção de resíduos sanguíneos que não foram desprendidos durante a lavagem (LIGHT, 2011).

A próxima etapa compreende o teste de desempenho do dialisador ou verificação da integridade e medição do volume interno das fibras; esse teste tem por finalidade assegurar a integridade da membrana. Ao ocorrer queda de 20% do volume inicial pelas Diretrizes da AMMI, é preconizado o descarte do dialisador, independente do número de reutilizações (BRASIL, 2014; KDOQI, 2006; LIGHT, 2011). É obrigatório que os valores do volume interno das fibras do dialisador sejam registrados, datados e assinados pelo profissional que realizou o procedimento, e devem permanecer disponíveis para consulta do próprio paciente ou de autoridade sanitária (BRASIL, 2014).

A desinfecção e esterilização química líquida são obtidas por meio do preenchimento interno dos compartimentos do dialisador com solução germicida e de suas linhas arteriais e venosas. A solução deve permanecer de acordo com as recomendações do tipo do germicida e, na maioria, é mantida por 24 horas (LIGHT, 2011). O uso de produtos saneantes na categoria “Esterilizantes” para equipamentos e máquinas de hemodiálise é regulamentado através da RDC ANVISA nº31/2011 (BRASIL, 2011).

Recomenda-se que o dialisador seja identificado com tinta não removível e armazenado isoladamente em recipiente com tampa, limpo e desinfetado, com identificação legível do nome do paciente (BRASIL, 2014). Antes da próxima utilização do dialisador, este deve ser lavado rigorosamente no interior do compartimento do sangue e no compartimento de solução de diálise para remoção completa do germicida, empregando testes com kits de reagentes para constatar sua ausência (LUGON; MATOS; WARRAK, 2010).

Uma inspeção final deve ser realizada para verificar a presença de alterações de coloração ou indícios de coágulos, e desprezá-los em caso de anormalidades (LIGHT, 2011).

3.5.5 Reuso do dialisador: vantagens e desvantagens

Os efeitos da reutilização do dialisador sobre os resultados dos pacientes estiveram em disputa desde que essa prática foi introduzida, existindo conflitos quanto à melhor técnica do uso do dialisador, se uso único ou reutilizado. O que se tem de fato são as informações a respeito de suas vantagens e desvantagens. Quanto às vantagens do reuso do dialisador são apontados argumentos como: redução dos sintomas intradialíticos, redução da síndrome do primeiro uso, melhor biocompatibilidade e redução de custos (LACSON; LAZARUS, 2006).

Embora o argumento de que a reutilização do dialisador melhora a biocompatibilidade do sangue a membrana, tem se enfraquecido, nos últimos anos, uma vez que os sintomas intradialíticos se mostraram menos intensos utilizando membranas sintéticas. Dessa forma, a síndrome do primeiro uso reduziu consideravelmente com a adoção das membranas sintéticas (ROBINSON; FELDMAN, 2005), por ocasionar uma menor ativação do complemento e dos neutrófilos durante a primeira diálise (FORD; WARD; CHUENG, 2011).

Quanto à redução dos custos, esse parece ser o argumento que sustenta a manutenção da prática do reuso do dialisador, uma vez que os centros de diálise mantêm a reutilização do dialisador como estratégia econômica (CHUANG, 2008; LACSON; LAZARUS, 2006; UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007).

Entre as desvantagens do reuso do dialisador cita-se a necessidade de profissionais treinados, estrutura física adequada, vigilância quanto às técnicas de reuso corretas para a esterilização do dialisador, risco de infecção pelo vírus da hepatite C e reações pirogênicas (LACSON; LAZARUS, 2006). Tais preocupações são decorrentes da possibilidade de erros, acidentes, falhas e lesões que podem ocorrer durante o reuso do dialisador, colocando em risco a segurança dos pacientes e funcionários (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007).

A exposição em longo prazo a esterilizantes germicidas (LACSON; LAZARUS, 2006) pode ter possíveis efeitos teratogênicos, levantando preocupações tanto a pacientes quanto a profissionais de saúde, principalmente durante a gestação. Outros fatores relacionados à utilização de germicidas estão associados à infusão residual durante a diálise que, em longo prazo, pode causar consequências adversas sobre a saúde do paciente. Ainda, o uso incorreto ou insuficiente da concentração do germicida aumenta a possibilidade de reações pirogênicas e surtos de bacteremia (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007).

Preocupações de responsabilidade legal são outro fator que recai nos estabelecimentos de diálise e equipe que reutiliza o dialisador, uma vez que essa técnica está susceptível a erros e falhas humanas durante o reuso, facilitando a ocorrência de eventos adversos, que podem ser questionados juridicamente pelos pacientes (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007).

Outras desvantagens incluem preocupações com a integridade da membrana, que com a reutilização pode ser afetada com perda de área de superfície, bem como a eliminação de moléculas de pequeno e médio tamanho (LACSON; LAZARUS, 2006), além da dose efetiva da diálise, que pode sofrer alteração em consequência da reutilização como um resultado da deposição dos materiais de sangue dentro do lúmen do dialisador, como pelo próprio processo de reuso (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007).

Como implicação mais grave, a mortalidade foi especulada como estando associada à reutilização do dialisador por possíveis consequências adversas da reutilização, como a diminuição na dose de diálise entregue, perda de proteína para o dialisado e aumento do risco de infecção na ocorrência de quebra de protocolos de reutilização (ROBINSON; FELDMAN, 2005).

Muitos países não reutilizam o dialisador: nos Estados Unidos, vem ocorrendo uma redução significativa, e alguns países da América Latina e Caribe, como Colômbia, Costa Rica, Equador, Panamá e Venezuela já deixaram de reutilizar (LUGON; MATOS; WARRAK, 2014), optando pelo uso único do dialisador.

3.5.6 Uso único do dialisador: vantagens e desvantagens

Ao longo dos anos, muitos centros de diálise acreditavam que a reutilização do dialisador poderia ser uma prática contínua em detrimento de experiências com efetivos custos aparentes e segurança. No entanto, o uso único do dialisador tornou-se uma prática muito comum. Essa inversão pode ter ocorrido em função da aprovação da Emenda da Segurança Social de 1972, nos EUA, que propiciou a cobertura da diálise renal em estágio final da doença, conduzindo a uma mudança na indústria de diálise, com reflexos na redução de custos. Assim, o uso único do dialisador se tornou mais atraente, em decorrência do aumento da disponibilidade de dialisadores de alto fluxo e custos mais acessíveis (DENNY; GOLPER, 2014).

Como resultado dessa mudança, no ano de 2000, a Fresenius Medical Care iniciou um programa para descontinuar a prática de reutilização em suas clínicas, e, aos poucos, as instalações que reutilizavam os dialisadores foram sendo desmontadas e os paciente passaram a ser dialisados com dialisadores de uso único (LOWRIE et al., 2004). Em 2005, apenas 39% dos centros de diálises continuavam com a prática (DENNY; GOLPER, 2014). Essa tendência permitiu aos centros de hemodiálise cortes nos custos com profissionais, em detrimento da redução do trabalho no reuso dos dialisadores (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007).

Outra contribuição para fortalecer a utilização do dialisador de uso único é o desejo em abrandar a fiscalização quanto à prática do reuso do dialisador. Ao reutilizar o dialisador, os estabelecimentos necessitam cumprir rigorosos protocolos para atender aos padrões mínimos de qualidade; essa sobrecarga de preocupação é, muitas vezes, um fator em potencial para inclinar ou derrubar a decisão de reutilizar o dialisador (DENNY; GOLPER, 2014).

As vantagens apontadas para o uso único se reportam à redução de reações ocasionadas por resíduos germicidas remanescentes durante a reutilização (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007). Ele é preferido em relação ao reuso com base em critérios médicos e avaliação dos riscos potenciais, não havendo nenhuma indicação médica convincente para utilização de dialisadores reutilizados (LACSON; LAZARUS, 2006). Ao contrário, questões médicas relacionadas com o risco de infecção por hepatite B e C e HIV para pacientes e equipe de diálise levaram inquietação sobre a reutilização do dialisador. Além da hepatite e HIV, os pacientes podem estar em risco de desenvolver infecções causadas por microrganismos (OKECHUKWU et al., 2000).

Quanto à aceitação do paciente em utilizar dialisador reutilizado, um estudo envolvendo 1095 instalações de diálise com um total de 12094 pacientes buscou investigar, entre outros

propósitos, a recusa dos pacientes em utilizar o dialisador reutilizado. Constataram que a maioria dos pacientes que optaram por recusar a reutilização do dialisador era composta por jovens, com mais tempo de diálise e maior nível de educação, que, segundo os autores, ocorreu possivelmente por estarem cientes dos potenciais riscos da reutilização e, portanto, mais propensos a se recusar a reutilizar, devido a preocupações com a segurança (OKECHUKWU et al., 2000), pelo risco de infecções sistêmicas na ocorrência de bacteremias.

3.6 BACTEREMIA E REAÇÕES PIROGÊNICAS

Durante os anos de 1946 a 2005, o *CDC (Center for Disease Control and Prevention)* realizou 531 investigações de surtos de infecção em instalações de saúde nos Estados Unidos e no exterior. Inicialmente, as infecções registradas eram, em sua maioria, associadas ao trato gastrointestinal; posteriormente, as infecções respiratórias e de corrente sanguínea assumiram o *rank*. Os surtos, muitas vezes, estavam ligados ao paciente colonizado, profissionais de saúde, utilização de dispositivos invasivos, variação de procedimentos ou práticas de cuidado em unidade de hemodiálise ou em reservatório de água (ARCHIBALD; JARVIS, 2011).

A infecção é causa frequente de reinternação e compõe a segunda causa de morte dos pacientes renais crônicos em hemodiálise (ESMANHOTO et al., 2013); as de corrente sanguínea são mais comuns nessa população, devido ao uso de cateteres venosos centrais para realização do tratamento. Entre as infecções relacionadas ao uso de cateter, é possível citar: as infecções de óstio (quando na presença de hiperemia com ou sem secreção purulenta na região do óstio do cateter); infecção do túnel (difere da já descrita pela saída de secreção por mais de 2 cm do orifício do cateter) e a bacteremia relacionada ao cateter (que se apresenta com febre, calafrios em pacientes com cateter venoso central sem outro foco de infecção aparente) (NEVES JUNIOR et al., 2010).

A bacteremia ou bacteriemia caracteriza-se pela presença de microrganismos na corrente sanguínea, e é motivo de preocupações por estar associada ao aumento das taxas de morbidade e mortalidade. Representa uma complicação comum nos processos infecciosos. Em sua forma primária, origina-se no próprio sistema circulatório do paciente ou em decorrência da entrada de micro-organismos na corrente sanguínea, seja por soluções ou dispositivos. Quando secundária, ocorre pela drenagem de pequenos vasos sanguíneos ou linfáticos em direção à corrente sanguínea, em consequência de focos infecciosos em outros sítios (ARAUJO, 2012).

Quanto à sua classificação, pode ser denominada como transitória, intermitente, contínua e de escape. A primeira é evidenciada por período de duração rápida de horas ou minutos, podendo ocorrer durante alguns procedimentos que envolvem instrumentos, soluções ou dispositivos contaminados. Quando se apresenta em intervalos de tempo, e ocasionada pelo mesmo microrganismo, chama-se intermitente. A contínua é característica da endocardite infecciosa aguda e subaguda e de outras infecções endovasculares, e a de escape ocorre mesmo quando o paciente já está com cobertura de antibioticoterapia (ARAÚJO, 2012).

Os principais microrganismos que contribuem para o desenvolvimento das infecções são as bactérias, representando 95% dos casos. Os cocos Gram-positivos destacam-se como os principais agentes, entre eles o *Staphylococcus aureus*, estafilococos coagulase-negativos e os enterococos. As *Staphylococcus* são consideradas bactérias mais resistentes no meio ambiente, são capazes de sobreviver por meses em condições adversas e são relativamente resistentes ao calor, tolerando altas concentrações salinas. No corpo humano, o *Staphylococcus Coagulase Negativa* (SCN) é a espécie mais comumente encontrada, e *Staphylococcus aureus* é a forma mais virulenta (MARQUES; CARNEIRO; FERREIRA, 2011).

Embora a mortalidade associada por cocos Gram-positivo seja menor quando comparada aos Gram-negativos (ESMANHOTO et al., 2013), este último apresenta altas taxas de resistência para antimicrobianos de última geração disponíveis. Os bacilos Gram-negativos multirresistentes podem ser classificados como bacilos Gram-negativos não fermentadores de glicose, dos quais destacam-se o *Pseudomonas aeruginosa*, *Burkholderia cepacea* e *Acinetobacter*, e os bacilos Gram-negativos fermentadores de glicose, dentre eles *Enterobacter spp.*, *Klebsiella spp.*, *Serratia spp.* e *Escherichia coli*, sendo estes últimos são a forma mais prevalente (MARQUES; CARNEIRO; FERREIRA, 2011).

Todos esses microrganismos podem levar a surtos de infecção de corrente sanguínea que resultam muitas vezes do uso de dispositivos desinfetados inadequadamente, dialisadores reutilizados de forma incorreta (ARCHIBALD; JARVIS, 2011) ou pela contaminação da água utilizada no tratamento de hemodiálise.

3.7 TRATAMENTO DA ÁGUA PARA HEMODIÁLISE

A qualidade da água para o tratamento de hemodiálise é vital, uma vez que os pacientes estão expostos ao contato com grandes volumes de água, a exemplo dos pacientes que

realizam hemodiálise três vezes por semana. A exposição ao volume de água pode chegar a 300 litros – 600 litros, dependendo da prescrição de diálise; esse volume pode ser duplicado aos pacientes que realizam tratamentos noturnos (COULLIETTE; ARDUINO, 2013; DAMASIEWICZ; POLKINGHORNE; KERR, 2012). Ao ano, um paciente renal pode variar em um consumo de 15000 litros a 30000 litros de água (SILVA; MOREIRA, 2009).

Para utilizar-se da água potável nas máquinas de diálise e concentrado de dialisado, esta deve ser tratada, purificada e transportada através de um sistema de distribuição dentro do centro de diálise. Durante essas etapas, pode ocorrer o crescimento microbiano ou a exposição a substâncias químicas se o sistema de condicionamento não for apropriado ou se estiver contaminado. Contaminantes químicos podem ocasionar toxicidade química e efeitos adversos quando em grandes quantidades, como hipotensão, náuseas, diarreia, acidose metabólica, dificuldades na fala e motora ou convulsões, anemias e osteopatias. Cada contaminante apresenta uma reação específica (COULLIETTE; ARDUINO, 2013).

A contaminação microbiana na água de diálise e a presença de endotoxinas (contaminantes microbiológicos) são responsáveis por eventos agudos, como a infecção, reações pirogênicas, bacteremias, hipotensão, instabilidade cardiovascular e também eventos crônicos. Quando na presença de endotoxinas, pode ocorrer inflamação sistêmica crônica (BUZZO et al., 2010; COULLIETTE; ARDUINO, 2013).

A presença de endotoxinas ou seus fragmentos no banho de diálise pode ultrapassar a membrana do dialisador e estimular o sistema imunológico do paciente, produzindo reações de septicemia ou pirogenia. Tais contaminantes no dialisato também podem ser responsáveis pela sensibilização da proteína C-reativa, Inter leucina (IL) e fator fibrinogênico (COULLIETTE; ARDUINO, 2013).

Embora a maioria dos reservatórios de água apresente um padrão adequado, o perfil bioquímico da água é variado, uma vez que pode haver a presença de produtos biológicos e químicos (DAMASIEWICZ; POLKINGHORNE; KERR, 2012) potencialmente tóxicos, como os metais e semimetais (SILVA; MOREIRA, 2009), além dos compostos utilizados para melhoria da qualidade da água adicionados aos reservatórios de abastecimento, como cloro ou fluoreto, que são potenciais riscos aos pacientes. (DAMASIEWICZ; POLKINGHORNE; KERR, 2012).

Nesse sentido, foram estabelecidas normas e recomendações de padrões mínimos de qualidade da água em todo o mundo, como as seguidas pela União Europeia e as recomendações estabelecidas pela AAMI (COULLIETTE; ARDUINO, 2013; SIMÕES et al., 2005).

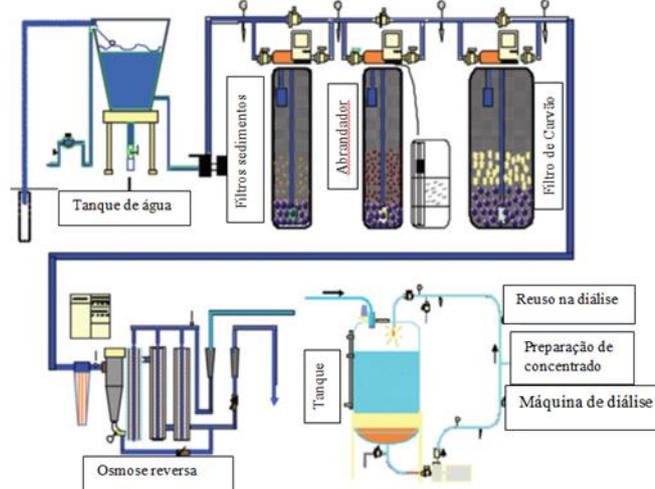
No Brasil, no ano de 1996, após um surto na cidade de Caruaru, em Recife, onde 100 pacientes desenvolveram falência aguda do fígado e 52 destes foram a óbito devido à contaminação da água para hemodiálise com presença de toxinas de cianobactérias, entrou em vigor a Portaria 2042 do Ministério da Saúde, com propósito de definir os padrões de qualidade da água para hemodiálise (BRASIL, 1996a; SIMÕES et al., 2005). Essa portaria foi substituída pela Portaria n° 82 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), posteriormente pela Resolução RDC n° 154/2004 (BRASIL, 2004a). Em seguida, pela RDC N° 33, de 3 de junho de 2008, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água para Hemodiálise no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008), e, atualmente, pela Resolução RDC n° 11/2014 (BRASIL, 2014).

De acordo com a Resolução vigente, a qualidade da água potável deve ser monitorada e registrada diariamente, em amostras coletadas na entrada do reservatório de água potável e na entrada do subsistema de tratamento de água para hemodiálise. A água tratada pelo Sistema de Tratamento e Distribuição de Água para Hemodiálise (STDAH) deve apresentar um padrão de qualidade. O nível de ação relacionado à contagem de bactérias heterotróficas deve ser no máximo 50 UFC/ml e a verificação da qualidade bacteriológica da água para hemodiálise será realizada toda vez que ocorrerem episódios de reação pirogênicas, bacteremia ou suspeitas de septicemia nos pacientes (BRASIL, 2014).

O tratamento da água segue uma sequência, mostrada na Figura 08, que contém um componente de pré-tratamento, geralmente uma combinação de filtros de membranas e um filtro de sedimentos (com areia), filtros de carvão ativado para remoção de cloro e cloraminas, um abrandador para remoção de cátions ou deionizador para retirada de cátions e ânions, além de um sistema eliminador de partículas após passagem pelo carvão e resinas com uma unidade de osmose reversa que remove solutos, bactérias e endotoxinas (DAMASIEWICZ; POLKINGHORNE; KERR, 2012).

A unidade de osmose reversa utiliza membrana semipermeável, onde a água é pressurizada a nível suficiente para ultrapassar a membrana a partir de uma solução mais concentrada para uma menos concentrada. A parcela de água que ultrapassa a membrana está livre de contaminantes. No entanto, as unidades de osmose empregam um sistema de rejeição da água (DAMASIEWICZ; POLKINGHORNE; KERR, 2012). O rejeito da água de hemodiálise acarreta gastos para as unidades de diálise, somando como um componente que onera os custos com o tratamento.

Figura 8 – Sequência do tratamento de água em serviço de hemodiálise



Fonte: Montanari et al. (2009).

3.8 CUSTOS COM TRATAMENTO EM UNIDADE DE HEMODIÁLISE

No Brasil a economia em saúde é uma área recente, que incorpora conceitos da medicina aliados aos conceitos de eficiência, originários da economia em busca de instrumentalizar os gestores da saúde quanto à melhor tomada de decisão sobre um produto ou terapêutica. Ressalva-se que a eficiência é um atributo de melhor alocação de recursos, ao levar em conta a segurança, eficácia e efetividade das ações realizadas. Na procura de elevar ao máximo essa eficiência, o setor de saúde busca, então, compreender a alocação de recursos, seus custos e possíveis resultados na saúde (MORAES et al., 2006).

Estudos que se utilizam desses conceitos são considerados de Avaliação Econômica em Saúde (AE). Tais estudos classificam-se em avaliação completa, que se desdobra em custo-minimização; custo efetividade; custo-utilidade e custo-benefício, e a avaliação incompleta, onde se encontram os modelos de estudos do tipo “custo da doença” (*cost of illness*) e “comparação de custos” (*cost comparison*). Este último compara o emprego de recursos entre duas intervenções previamente definidas para uma determinada doença ou intervenção e posteriormente faz a valoração em termos monetários (MORAES et al., 2006) para determinar os custos.

Os custos são calculados para estimar os recursos e insumos que são empregados na produção de um bem ou serviço (RASCATI, 2010), ou designados como consumo de bens e

serviço valorado em dinheiro, com propósito de obter uma determinada finalidade ou produto (LORENZO et al., 2010). Desse modo, têm-se os custos diretos e indiretos. O direto está relacionado diretamente com as intervenções, como a utilização de medicações, exames, remuneração de profissionais e consultas; já os custos os indiretos geram custos tanto para os pacientes e familiares, quanto para os empregadores (MORAES et al., 2006; RASCATI, 2010).

Dessa forma, a economia na saúde e o custo econômico desempenham um papel relevante para o sistema público, aspecto que merece destaque ao referir-se à DRC, em consequência ao elevado custo social e econômico decorrente da progressão da doença e seu tratamento (LORENZO et al., 2010).

O conhecimento sobre os custos no tratamento de hemodiálise fornece informações em relação ao impacto econômico da doença sobre a comunidade, uma vez que o custo do tratamento leva a uma grande carga sobre os sistemas de saúde, especialmente nos países em desenvolvimento (RANASINGHE et al., 2011).

A imputação de gastos conferidos à diálise é um assunto complexo. A maioria dos países com estruturados serviços públicos de saúde assume os custos da diálise, estabelecendo um valor padrão por sessão. No entanto, existe uma variedade de opções de provisão em função do centro, das diferentes modalidades de hemodiálise e dos tipos de dialisadores. Assim, em muitas ocasiões o reembolso por sessão de diálise inclui a amortização das máquinas e dos mantimentos (LORENZO et al., 2010).

No Brasil, o tratamento de Terapia Renal Substitutiva (TRS) é, em sua maioria, financiado pelo Sistema Único de Saúde, por meio da Autorização de Procedimentos Ambulatoriais de Alta Complexidade/Custo (APAC), que possui como identificador único o Cadastro de Pessoa Física (CPF). A APAC é um instrumento que autoriza cobranças e informações gerenciais dos Procedimentos de Alta Complexidade/Custo e do fornecimento de Medicamentos Excepcionais a pacientes em TRS, realizados pelas unidades prestadoras de serviços e devidamente cadastrados no Sistema de Informações Ambulatoriais do Sistema Único de Saúde (SIA/SUS) (BRASIL, 1996b; MOURA et al., 2009).

A remuneração dos Procedimentos Ambulatoriais de Alto Custo/Complexidade deve consistir no pagamento dos valores apurados por intermédio do SIA/SUS, com base na APAC, que irá identificar cada paciente, afiançando autorização prévia e registro dos serviços que lhe foram oferecidos. Os procedimentos ambulatoriais integrantes do SIA/SUS são aqueles definidos pela Comissão Intergestores Tripartite (CIT) e formalizados por portaria do órgão competente do Ministério (BRASIL, 1996b).

Os registros eletrônicos das APAC emitidas são gerados a cada mês pelas unidades prestadoras de serviço de TRS; em seguida, são enviados ao Datasus, para consolidação em arquivos por unidade da federação. A validade de cada APAC é de três meses (MOURA et al., 2014). Todo o tratamento da TRS, no Brasil, é realizado via sistema de informação APAC do SIA/SUS e a remuneração é realizada por procedimento. Os valores estabelecidos são fixos e padronizados para todo o território nacional (CHERCHIGLIA et al., 2010).

O custo com as TRS demanda um impacto financeiro relativamente alto ao sistema nacional em comparação a outras patologias, com gastos em diálise que variam de 0,7% a 1,8% do total dos recursos financeiros disponíveis para a saúde (CHERCHIGLIA et al., 2010). Em 2004, o custo com TSR excedeu a R\$ 1 bilhão, e em 2009, o valor pago foi de R\$ 1,5 bilhão, referente a mais de 10 milhões de terapias pagas a uma população 77.589 pacientes, em que o SUS custeou 86,9% dos tratamentos (BARBOSA; GUIMARÃES; STIPP, 2013); em 2012, foram gastos cerca de 2 bilhões de reais em procedimentos de hemodiálise em ambulatório em todo o país (MENEZES et al., 2015).

Em virtude do crescente gasto com a TRS, em especial a hemodiálise, que é a modalidade mais empregada no Brasil (SESSO et al., 2014), torna-se emergente optar por medidas destinadas à oferta do tratamento de forma eficiente e de baixo custo (RANASINGHE et al., 2011), além de encontrar meios para conter os gastos com a prestação dessa terapia e selecionar o modo mais rentável para sua oferta (LI, 2011). Até o momento, o reuso do dialisador tem sido empregado como uma forma de contenção de custos na hemodiálise, mas é importante considerar se essa prática realmente supera os riscos relacionados aos pacientes e aos profissionais de saúde.

3.9 REUSO DO DIALISADOR E OS RISCOS PARA OS PROFISSIONAIS DE ENFERMAGEM

Em serviço de hemodiálise, os profissionais de enfermagem desenvolvem várias funções, que vão do preparo e administração de medicamentos, punção arteriovenosa, curativos em cateter venoso central, instalação e monitoração do paciente em máquina de diálise e reuso do dialisador (TRINCADO AGUDO et al., 2011).

No que se refere à sala de reuso do dialisador, também conhecida como de processamento de dialisadores, os profissionais do serviço de hemodiálise estão expostos aos riscos ergonômicos, pela postura inadequada em virtude do mobiliário desajeitado, evidenciando-se a sobrecarga postural diante do tanque de lavagem das linhas e capilares e

esforço repetitivo (OLIVEIRA et al., 2013), predispondo a Lesões por Esforços Repetitivos (LER), também chamadas de Doença Osteomuscular Relacionada Trabalho (DORTs), termos oficializados pelo Ministério da Saúde e da Previdência Social (BRASIL, 2012a).

A principal sintomatologia de LER e das DORTs são a parestesia, sensação de peso, cansaço, dor localizada, irradiada ou generalizada com redução da força muscular, comumente em membros superiores pelo acometimento do revestimento das articulações, ligamentos, tendões ou músculos, em consequência a exaustão muscular, resultando em dor (DUARTE et al., 2012; LELIS et al., 2012). Na maioria das vezes esses distúrbios ocorrem em consequência a uma exposição repetida, durante um período de tempo prolongado a determinado fator de risco biomecânico em ambiente de trabalho (FERNÁNDEZ GONZÁLEZ et al., 2014).

Uma revisão integrativa da literatura, realizada para avaliar as evidências sobre o adoecimento de trabalhadores de enfermagem por DORT, incluiu 17 estudos apontando que a DORT é um evento frequente entre os enfermeiros, pela realização de esforço físico e repetição das atividades. Esse acometimento é responsável por gerar limitações e restrições do profissional nas atividades laborais, afastamento do trabalho e incapacitações, ocasionando prejuízos e onerando os gastos para os empregadores (LELIS et al., 2012).

Um estudo que analisou os riscos ocupacionais em uma clínica renal no sul do Brasil, por meio de instrumento de coleta de dados, mapa de risco e observações das posturas dos funcionários, identificou evidências significativas de riscos ergonômicos, sobretudo os riscos de lesões ósseas e musculares. As tarefas desempenhadas pelos profissionais foram consideradas como repetitivas, e 55,10% dos entrevistados relataram algum tipo de problema de saúde relacionado ao trabalho. A dor foi o sintoma mais citado, seguida por cansaço e perda da força muscular; as regiões corporais mais afetadas segundo os relatos foram o pescoço 19 (13%), ombro 18 (12,34%) e braços 7 (4,79) (OLIVEIRA et al., 2013).

As doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho afetam todo o contexto de trabalho e trazem consigo modificações na vida do trabalhador, contribuindo para o surgimento de sintomas depressivos, ansiedade, angústia e incertezas futuras (PESSOA; CARDIA; SANTOS, 2010).

Além dos riscos ergonômicos da sala de reuso, existem os riscos químicos relacionados à manipulação de substâncias que podem ser tóxicas ao organismo, corrosivas ou irritantes à pele e aos olhos (TRINCADO AGUDO et al., 2011). O contato com esses químicos ocorre pela exposição às soluções germicidas utilizadas para desinfecção de máquinas e esterilização dos dialisadores, as quais trazem riscos à saúde pela aspiração, causando alergias respiratórias

e até mesmo a asma ocupacional. O diagnóstico para comprovar o aparecimento de alergia respiratória é caro e difícil, pois requer história e exame clínico, testes imunológicos e/ou ainda estudo da função pulmonar (WISZNIEWSKA; WALUSIAK-SKORUPA, 2014).

Para evitar as alergias e complicações respiratórias, é recomendável que os profissionais de enfermagem façam uso de máscara específica no manuseio de produtos químicos (SILVA e ZEITONE, 2009), medida que previne a inalação de substâncias químicas que podem se dispersar no ambiente em forma de névoa. Ainda, é importante o uso de avental impermeável, de mangas longas, viseira de proteção, botas e luvas de borracha, pois os agentes químicos são os maiores responsáveis pelas dermatoses ocupacionais (DO), em virtude da exposição de substâncias ácidas, álcalis, hidrocarbonetos entre outros. As dermatoses ocupacionais (DO) são consideradas alterações cutâneas, causadas direta ou indiretamente por agentes físicos, biológicos e químicos presentes no ambiente laboral. Aproximadamente 90% das DO são dermatites de contato (DC) que recebem a classificação de Dermatites de Contato irritativa (DCI) e Dermatites de Contato alérgico (DCA) (ALCHORNE; ALCHORNE; SILVA, 2010).

As DCI são mais frequentes e as lesões acontecem posteriormente ao contato de uma substância irritativa, que pode ou não limitar-se ao local; a lesão é condicionada ao tempo e frequência da exposição ao agente, ao passo que nas DCA as lesões ocorrem em áreas de contato direto com substâncias sensibilizantes. As manifestações podem ser abruptas ou levar anos (ALCHORNE; ALCHORNE; SILVA, 2010). Seus sintomas são expressos por prurido, queimação, reações psicossomáticas e estéticas, embora uma grande parcela das dermatoses sejam subnotificadas (BRASIL, 2006).

A exposição a agentes químicos compromete progressivamente a saúde do profissional de enfermagem, de forma que esse não percebe o impacto dos prejuízos adquiridos ao longo do tempo no ambiente de trabalho até o surgimento dos efeitos acumulativos, que podem ser leves ou graves. Os efeitos graves podem ser fatais, conforme identificados por uma revisão sistemática da literatura, que investigou as principais causas de morte da equipe de enfermagem relacionada às condições de trabalho; surpreendentemente, foram apontadas como evidências para as principais causas de morte dos enfermeiros o suicídio e o câncer, este último pela exposição a cargas químicas, decorrentes dos efeitos tóxicos dos produtos químicos (KARINO, 2012).

Em se tratando de unidade de hemodiálise, a exposição dos profissionais de enfermagem a produtos químicos é constante (OLIVEIRA et al., 2013). Em outras palavras, os químicos são seus instrumentos de trabalho (DOS ANJOS CORREIA; SOUZA, 2012), em

especial na sala de reuso do dialisador, local onde ocorrem diluições e preparação dessas substâncias.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nos tópicos seguintes serão descritas as estratégias metodológicas utilizadas para o desenvolvimento do estudo. A estrutura metodológica seguiu as recomendações do *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE)* (MALTA et al., 2010).

4.1 DESENHO DO ESTUDO

Estudo longitudinal com coleta de dados retrospectiva. Nesse tipo de estudo, as variáveis iguais ou distintas são mensuradas para o mesmo indivíduo mais de uma vez, em períodos distintos. A análise dos dados longitudinais permite analisar as alterações de comportamento de um mesmo indivíduo ou entre mais indivíduos ao longo do tempo. Os resultados provenientes de análises desse tipo de estudo auxiliam nas tomadas de decisões apropriadas para solução de problemas (HULLEY et al., 2015).

4.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Serviço de Nefrologia/Unidade de Hemodiálise do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). O HCPA é uma instituição pública de direito privado, criado pela Lei 5.604, de 02 de Setembro de 1970. Faz parte da rede de Hospitais Universitários do Ministério da Educação e é vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Possui uma capacidade ocupacional instalada/operacional de 843 leitos e 54 especialidades clínicas, entre as quais o Serviço de Nefrologia.

O Serviço de Nefrologia iniciou oficialmente suas atividades em 30 de Junho de 1975 (MION JUNIOR; ROMAO JUNIOR, 1996). As modalidades de TRS oferecidas até os dias de hoje são hemodiálise, diálise peritoneal, transplante renal e tratamento conservador. A hemodiálise está em funcionamento desde a implantação do Serviço. A diálise peritoneal teve início na década de 70, e o programa de diálise peritoneal ambulatorial contínua (CAPD), na década de 80. O primeiro transplante renal realizado no serviço foi em 1977. O ambulatório de tratamento conservador teve início em 2008 e foi reformulado recentemente (agosto de 2015) para atender às diretrizes do Ministério da Saúde, conforme Portaria 386 de março de 2014, que prevê atendimento multidisciplinar.

Atualmente, no setor de hemodiálise são disponibilizados 25 máquinas e 23 pontos de água, com atendimento em três turnos diários em programa convencional de três vezes por semana. Isso permite a assistência a 54 pacientes com DRC procedentes de Porto Alegre e Região Metropolitana. Além deles, o Serviço de Nefrologia também presta atendimento a pacientes renais agudos e crônicos internados no hospital.

O reuso manual do dialisador capilar ocorreu desde a implantação da modalidade de hemodiálise (junho de 1975) até fevereiro de 2013, totalizando 37 anos dessa prática. Durante o período de reuso dos dialisadores, os profissionais desenvolviam tal prática em média duas vezes por semana, perfazendo uma carga horária aproximada de quatro horas. A partir de 04 de março de 2013 passou-se a utilizar o dialisador capilar de uso único, forma que permanece até os dias de hoje.

A equipe de enfermagem atual na unidade é composta por 32 profissionais, sendo dez enfermeiros e 22 técnicos de enfermagem, com carga horária de 36 horas semanais, distribuídos nos turnos matutino, vespertino e noturno. Cinco enfermeiros atuam na hemodiálise, sendo dois no turno da manhã, dois no turno da tarde e um no turno da noite.

O dimensionamento ambulatorial do número de pacientes crônicos por profissional técnico de enfermagem é de um profissional para quatro pacientes, conforme a Resolução da Diretoria Colegiada RDC – 154 de 15 de junho de 2004 (BRASIL, 2004). Esse dimensionamento é adequado à complexidade dos cuidados necessários para cada paciente. Além da assistência direta aos pacientes, esses profissionais também desenvolvem atividades de análise químico-física (organoléptica da água) na estação de osmose reversa, conforme escala organizacional do setor.

Em relação aos pacientes, estes são distribuídos nas salas de hemodiálise de acordo com os marcadores virais e doenças infectocontagiosas: 1) uma sala destinada aos pacientes com sorologias negativas para marcadores virais, com 14 pontos de água; 2) uma sala para sorologia positiva de hepatite C, dispondo de quatro pontos de água; 3) uma sala de isolamento para atendimento de paciente com presença de germes multirresistentes ou doenças infectocontagiosas, incluindo a hepatite B, com um ponto de água; 4) uma sala para atendimento de pacientes agudos e crônicos em trânsito procedentes de outras instituições e/ou hospitalizados.

No período de reutilização dos dialisadores, eram disponibilizadas duas salas de reuso de acordo com a presença ou ausência dos marcadores virais. Pacientes com o vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e pacientes em início do tratamento, sem a confirmação dos

marcadores, tinham seus dialisadores descartados após o primeiro uso. A instituição seguia a mesma prática para a sorologia positiva da hepatite B.

A partir de 2014, a unidade aderiu às novas orientações publicadas pela Resolução RDC 11 de 13 de março, que estabelece os requisitos de boas práticas para o funcionamento dos serviços de diálise (BRASIL, 2014).

A principal fonte pagadora de todo o tratamento dialítico é o Sistema Único de Saúde (SUS), e a aquisição de materiais médico-hospitalares e medicamentos para a unidade de hemodiálise é efetivada por meio de editais e a aquisição por meio de pregões eletrônicos.

4.3 PERÍODO DE ESTUDO

O estudo foi dividido em duas fases: fase I (período em que a instituição reutilizava o dialisador - reuso) e fase II (após a adoção do dialisador utilizado uma única vez - uso único).

Os profissionais foram observados no período de março de 2012 a março de 2014, contabilizando um ano de observação durante o reuso e um ano durante o uso único.

Para os pacientes, o período observado foi setembro de 2012 a setembro de 2013, contabilizando um recorte de seis meses durante o reuso do dialisador e seis meses durante o uso único do dialisador.

O período de seis meses (setembro de 2012 a setembro de 2013) foi adotado para observar o comportamento dos custos diretos com o procedimento. A coleta de dados ocorreu no período de janeiro de 2015 a fevereiro de 2016.

4.4 POPULAÇÃO

4.4.1 Profissionais

As populações estudadas foram os profissionais técnicos de enfermagem, por meio de seus registros eletrônicos do Serviço de Medicina Ocupacional (SMO) da Instituição.

4.4.2 Pacientes

Foram considerados potencialmente elegíveis todos os 48 pacientes com diagnóstico de DRC em tratamento de hemodiálise convencional, por meio de seus prontuários eletrônicos na unidade de hemodiálise, no período preestabelecido.

A amostragem em ambas as populações foi por conveniência (HULLEY et al., 2015).

4.4.3 Critérios de inclusão e exclusão

Profissionais: foram incluídos os prontuários eletrônicos disponíveis no serviço de Medicina Ocupacional do Hospital de Clínicas de Porto Alegre de todos os técnicos de enfermagem da unidade de hemodiálise que atuaram no período de março de 2012 a março de 2014. Não houve critérios de exclusão previamente estabelecidos para essa população.

Pacientes: foram incluídos os prontuários eletrônicos, contendo registros e informações referentes às sessões de hemodiálise e exames laboratoriais realizados em pacientes adultos com DRC, em terapia renal substitutiva convencional, por meio de cateter, fístula ou enxerto, com fluxo de sangue de pelo menos 300ml/min durante a sessão de hemodiálise, com tempo de diálise de três a quatro horas e que realizaram o tratamento nos dois períodos do estudo.

Foram excluídos pacientes em hemodiálise diária, HIV positivo, e no primeiro trimestre de início de tratamento. Em ambas as populações os dados referentes ao mês de março de 2013 não foram considerados para a análise, uma vez que foi o período de transição da técnica de reuso para uso único.

4.5 DESFECHOS DE INTERESSE

4.5.1 Desfechos primários relacionados aos profissionais de enfermagem

- Distúrbios Osteomusculares (DORT): afecção muscular, de tendões, articulações, nervos e ligamentos, frequentemente associados à alteração de tecido. Caracterizados por dor, parestesia, impressão de peso e fadiga nos membros superiores e região escapular, relacionado ao trabalho executado (LELIS et al., 2012).

Alergias oculares e cutâneas da equipe de enfermagem associadas ao contato de substâncias químicas como ácido peracético, utilizado para desinfecção e esterilização dos dialisadores (COSTA; FELLI, 2005; SILVA; ZEITOUNE, 2009), foram definidas como:

- Irritação ocular: definida por prurido, sensação de corpo estranho, lacrimejamento, e hiperemia (LEONARDI et al., 2012).

- Dermatoses: afecção inflamatória da pele, manifestada através de eritema e vesícula na fase aguda e pele ressecada com rachaduras na fase crônica, geralmente presente em mãos e face, pela exposição a agentes irritantes como produtos químicos (SMEDLEY, 2011).

- Uso de medicamentos: drogas com capacidade anti-inflamatória e analgésica, atribuída em parte pela inibição da biossíntese de prostaglandinas (HOLT; TAIWO; KENT, 2015) utilizadas para tratar o distúrbio osteomuscular ou alergias.

- Afastamentos do trabalho, ocasionados por movimentos repetitivos em sala de reuso (SILVA; ZEITOUNE, 2009) ou por alergias.

4.5.2 Desfechos secundários relacionados aos pacientes

- Hemodinâmica e volemia: parâmetros da pressão arterial, peso pré e pós-hemodiálise.

- Exames laboratoriais: ureia pré e pós-hemodiálise, k/tv, creatinina, cálcio, potássio, fósforo, albumina, ferritina, ferro, hematócrito, hemoglobina e paratormônio.

- Reação pirogênica: definida por episódio repentino de pelo menos um dos sinais e sintomas de febre, calafrios, tremores, sudorese, hipotensão, sem causa justificável e hemocultura negativa (BEVILACQUA et al., 2011).

- Bacteremia não complicada: definida por resultado de hemocultura positiva na presença de febre e calafrios, com ausência de evidências clínicas de uma fonte alternativa de infecção (ALLON, 2009; FYSARAKI et al., 2013; LIU et al., 2011).

- Uso de antibióticos: os antibióticos utilizados empiricamente e/ou após resultado positivo de hemocultura, considerando o número de dias e doses (GUIMARÃES; MOMESSO; PUPO, 2010; VANHOLDER et al., 2010).

4.5.3 Desfechos secundários relacionados aos custos diretos com o reuso do dialisador

- Custos diretos: incluiu todos os custos médicos (materiais, medicamentos e recursos humanos) (RASCATI, 2010).

As variáveis utilizadas para análise dos custos com o dialisador reutilizado foram as seguintes:

- Materiais: equipo arterial e equipo venoso, dialisador, sacos descartáveis, equipamentos de proteção, como máscaras de proteção com carvão ativado, avental de proteção e mangas plásticas (protetor de braços).

- Esterilizantes e germicidas: ácido peracético e reagente para ácido peracético.

- Soluções e medicamentos: anticoagulante (Heparina), soro fisiológico (SF) e antibióticos.

- Descarte de resíduos sólidos de saúde (conjuntos de dialisador e linhas).

- Recursos humanos: hora funcionário, valor destinado para salário de reusista.
- Outros encargos: água, hemoculturas e análises químicas da água.

4.5.4 Desfechos secundários relacionados aos custos diretos com o dialisador uso único

- Materiais: conjunto de dialisador e equipos (venoso e arterial).
- Soluções e medicamentos: soro fisiológico, anticoagulante.
- Descarte dos resíduos sólidos de saúde (conjuntos de dialisador e linhas).
- Outros encargos: água, hemoculturas e análise bacteriológica da água.

4.5.5 Desfechos secundários relacionados aos custos indiretos com o dialisador reutilizado e de uso único

-Uso de anti-inflamatórios e analgésicos pelos técnicos de enfermagem para tratar os distúrbios osteomusculares, irritação ocular e dermatoses, e os afastamentos do trabalho.

4.6 DESCRIÇÃO DA ROTINA DA UNIDADE

4.6.1 Técnica de reuso manual do dialisador capilar

Durante a fase de reuso do dialisador, a rotina da reutilização do capilar dialisador pela unidade ocorria por meio da técnica de reuso manual, com número máximo de 11 reusos do mesmo dialisador (12 usos). A solução germicida utilizada era o Proxitane[®] (ácido peracético a 0,2% de concentração). Após o término da sessão de hemodiálise, o conjunto de dialisador e linhas era encaminhado à sala de reuso em recipiente próprio. As linhas eram desconectadas do dialisador, que recebia um jato de água para a lavagem do compartimento pelo lado venoso e arterial, usando pressão de 25 PSI, para a retirada de coágulos e resíduos de sangue e, após essa lavagem, o compartimento de banho do capilar recebia um jato de água tratada. O dialisador era submetido à ultrafiltração reversa para a limpeza das fibras, ficando o compartimento de sangue aberto durante essa etapa. Repetia-se a lavagem do compartimento de sangue do dialisador com água sob pressão. Para aferição do priming (volume de preenchimento interno das fibras do dialisador) esvaziava-se o dialisador em uma proveta graduada, usando ar comprimido para retirada de água nas fibras, como mostrado na Figura 9:

Figura 9 – Verificação manual do volume de preenchimento interno das fibras do dialisador



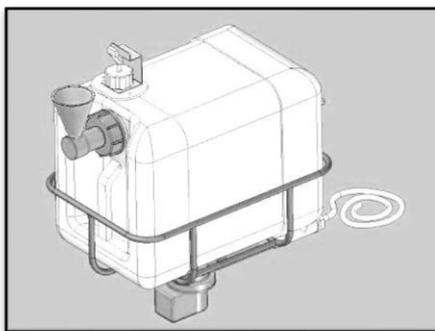
Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Se o *priming* fosse maior ou igual a 80% do volume no primeiro uso, o dialisador era reutilizado; quando o *priming* era inferior a 80% do volume médio do primeiro uso, descartava-se o dialisador.

A lavagem das linhas arteriais e venosas para a remoção dos resíduos de sangue era realizada simultaneamente. As mesmas tornavam a ser reconectadas ao dialisador e todo o sistema de linha e capilar era preenchido com solução esterilizante, ocluindo as entradas e saídas do dialisador e preenchendo todas as ponteiros das linhas, de modo a manter o sistema totalmente fechado. Realizava-se o preenchimento do sistema com auxílio de uma bomba de proxitane desenvolvida pela instituição, ilustrada na Figura 10.

Em ficha própria de reuso, anotava-se o volume aferido, aspecto do sistema, data e a assinatura do profissional que realizou o procedimento. A identificação do conjunto dialisador e linhas era reforçada, e, posteriormente, acondicionadas em sacos plásticos descartáveis dentro de caixas individualizadas:

Figura 10 – Bomba Proxitane de utilizada pelo HPCA para preenchimento do sistema dialisador e linhas



Fonte: Arquivo da unidade de hemodiálise do HCPA, 2016.

4.6.2 Monitoramento da qualidade da água

O monitoramento da qualidade de água da unidade em estudo seguia as normas preconizadas pela Resolução RDC 154 de 2004, vigente na época. Os padrões estabelecidos eram em conformidade com a contagem de bactérias heterotróficas menores que 200 unidades formadoras de colônia, ausência de coliformes fecais e endotoxinas em menor que duas unidades por ml, com periodicidade mensal para a realização dessas análises (BRASIL, 2004a). Em casos de ocorrência de reações pirogênicas ou bacteremias, a conduta ainda vigente é de verificar a qualidade bacteriológica da água de forma independente à realizada mensalmente.

4.6.3 Exames laboratoriais

Na ocorrência de episódios de reações pirogênicas ou suspeita de bacteremias constatadas pela presença de tremores, febre e calafrios durante as sessões de hemodiálise, recomenda-se a coleta de amostras de sangue para hemocultura (BRASIL, 2009).

Na unidade em estudo, a conduta é administrar medicamento ao paciente em caso de temperatura elevada, conforme prescrição, e realizar coleta de hemocultura solicitando antibiograma. Quando paciente em uso de FAV, duas amostras de sangue periférico com intervalos de 5 minutos, na ascensão do pico febril. Quando cateter venoso central, coleta-se dois pares de hemoculturas (pelo menos um em veia periférica). O método de processamento das hemoculturas é automatizado. Após a coleta e se prescrito, administrava-se antibiótico; dialisador e linhas eram descartados.

A rotina de coleta de exames laboratoriais da unidade de hemodiálise constitui-se de exames mensais de avaliação do hematócrito, dosagem de hemoglobina, ureia pré e pós-

sessão de diálise, potássio, cálcio, fósforo, Transaminase Glutâmica Pirúvica (TGP), glicemia para pacientes diabéticos e creatinina durante o primeiro ano. Além destes, eram realizados trimestralmente fosfatase alcalina, hemograma completo, ferritina, ferro e saturação de transferina, e semestralmente, marcadores virais e Paratormônio (PTH). A Proteína C-Reativa (PCR), embora preconizada bimestralmente e estabelecida na instituição, não foi encontrada no prontuário eletrônico para todos os pacientes em estudo. Quando presente, referia-se apenas a um dos períodos, impossibilitando a comparação desse marcador inflamatório.

O Quadro 2 apresenta os exames laboratoriais incluídos para a comparação entre os dois períodos do estudo, com o método laboratorial utilizado para sua análise e o valor de referência:

Quadro 2 – Exames incluídos no estudo, com método laboratorial e valor de referência padronizado.

Exame	Método de análise	Referência
Ureia	Cinético uréase e glutamato desidrogenase	16 a 48 mg/dl
Creatinina	Colorimétrico Cinético Jaffé	0,7 a 1,2 mg/dl
Ferro	Ferrozina Colorimétrico	33 a 193 µm/dl
Ferritina	Eletroquimioluminescência tipo sanduíche	30 a 400 ng/ml
Hematócrito	Absorbância da luz/Impedância/Citometria de fluxo	39 a 53%
Hemoglobina	Absorbância da luz/Impedância/Citometria de fluxo	12,8 a 17,8 g/dl
Albumina	Colorimétrico verde de Bromocresol	3,5 a 5,2 g/dl
Potássio	Eletrodo Íon Seletivo	3,5, a 5,1 mEq/l
Fósforo	UV Fosforoulibdato	2,5 a 4,5 mg/dl
Paratormônio	Imunensaio quimioluminescente de micropartículas	15 a 68,3 pg/ml

Fonte: HCPA, 2016.

4.7 COLETA DE DADOS

4.7.1 Coleta de dados dos profissionais

Inicialmente, foi realizado um encontro presencial com todos os técnicos de enfermagem e a chefia da unidade, para serem apresentados o tema de estudo, os objetivos bem como o convite à participação. Nesse mesmo encontro, após sanar as dúvidas, foi disponibilizado o Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE) para todos aqueles que concordaram com o estudo dos seus dados e divulgação dos mesmos.

De posse dos TCLE foi contatado o SMO, para início da consulta nos prontuários eletrônicos dos profissionais. A coleta transcorreu por meio de instrumento elaborado pela pesquisadora em consenso com a equipe de enfermeiros da unidade (Apêndice A). A primeira parte do instrumento refere-se à caracterização dos profissionais, e a segunda contém dados

das notificações de distúrbios osteomusculares, irritação ocular, dermatoses e o uso de medicamentos e afastamentos em decorrência das notificações. Para cada evento de distúrbio osteomuscular, irritação ocular ou dermatose, abriu-se um formulário identificado como: 1º notificação, 2º notificação, e assim consecutivamente, durante o período de reuso do dialisador. Adotou-se a mesma sequência para o período de uso único do dialisador capilar. Quando a lesão osteomuscular estava descrita no prontuário como causa externa ao trabalho, essa era excluída.

4.7.2 Coleta de dados dos pacientes

Para os dados dos desfechos clínicos, foram revisados os prontuários eletrônicos dos pacientes durante seis meses de reuso do dialisador capilar e seis meses de uso único do dialisador, equivalente a 54 semanas. Foram revisadas as 162 sessões de hemodiálise de cada paciente, totalizando 5.508 sessões de hemodiálise dos 34 analisados, uma vez que, dos 48 pacientes potencialmente elegíveis, 13 foram excluídos por algum dos critérios de exclusão. Dos 35 restantes, no decorrer do estudo, foi necessária a exclusão de um paciente por estar em uso de anfotericina B (para evitar viés de confusão com os efeitos tóxicos da medicação - febre e calafrios).

Foi elaborado um instrumento para coleta de dados (Apêndice B) para extrair as informações das evoluções médicas, de enfermagem e resultados de exames laboratoriais referentes aos dois períodos de utilização do dialisador capilar. As informações de caracterização dos pacientes e das sessões de diálise foram coletadas em um único formulário para as duas fases do estudo.

Para especificar o tipo de acesso venoso em uso pelo paciente, considerou-se o acesso na data em que o paciente apresentou a reação pirogênica. Quando havia no prontuário a descrição de FAV e cateter na mesma data, considerou-se somente o cateter venoso. Para os pacientes que não apresentaram reações pirogênicas, foi considerado o acesso em uso na primeira data de coleta dos exames laboratoriais de cada período.

Os índices de pressão arterial, peso e ultrafiltração foram retirados das evoluções de enfermagem na mesma data de coleta dos exames laboratoriais mensais, gerando uma média a cada dois meses, de forma a obter três registros para cada período do estudo.

Os resultados dos exames laboratoriais foram coletados de acordo com a periodicidade preconizada pela legislação para cada categoria. Quando da ausência de um resultado naquela data, considerava-se somente o valor do mês posterior. Após, calculava-se uma média dos

exames preconizados como mensais pela legislação, obtendo-se uma média a cada dois meses, durante o período de reuso do dialisador.

A mesma sequência foi mantida para o uso único do dialisador. Em seguida, eram inseridos em uma planilha com registros de três coletas de exames laboratoriais para cada fase do estudo. Exames trimestrais contabilizaram dois registros para cada período, e os semestrais apenas um registro. Para cálculo do $sp\ Kt/V$ utilizou-se a equação de Daugirdas et al. (2008), segunda geração.

As investigações dos episódios de reações pirogênicas e incidência de bacteremias foram consideradas a partir dos sinais e sintomas de febre, tremores e calafrios descritos nas evoluções, e coletadas de acordo com o número de vezes em que o paciente apresentou reações naquele período. Em casos de dois ou mais episódios, estes eram registrados em novo formulário, e identificados como 1º episódio, 2º episódio, e assim sucessivamente, durante o período de investigação do reuso. A mesma sequência foi adotada para o período de uso único do dialisador capilar.

4.7.3 Coleta de dados dos custos

Foi desenvolvido um instrumento (Apêndice C) para a coleta dos dados referentes aos custos com base na Resolução 154, no que se refere ao controle de qualidade do reuso das linhas e dos dialisadores, ao controle do funcionamento do sistema de tratamento da água para diálise e aos procedimentos de biossegurança (BRASIL, 2004a).

As estimativas de custos dos materiais, soluções e medicamentos e antibióticos utilizados pelos pacientes foram fornecidas pela gerente administrativa do Serviço de Nefrologia, após consulta ao sistema AGHweb (Aplicativo de Gestão Hospitalar), ferramenta por meio da qual é possível realizar consultas dos processos licitatórios ocorridos na instituição.

Os custos referentes à hemocultura, cultura de água e descarte de resíduos hospitalares foram repassados pela gerente administrativa do Serviço de Nefrologia. O valor do metro cúbico da água para o período de estudo foi obtido por meio de consulta ao Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre (DMAE) vinculado à Prefeitura Municipal de Porto Alegre, estimando-se o consumo médio mensal de água durante o reuso e o uso único para o setor de hemodiálise.

Os proventos dos técnicos de enfermagem foram obtidos a partir de consulta à Coordenadoria de Gestão de Pessoas (CGP) do HCPA. O valor estimado para a remuneração

durante o período considerou os custos de salários adicionados de todos os encargos patronais.

A estimativa de custos dos medicamentos utilizados pelos profissionais foi realizada em consulta na base de dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na lista de preços de medicamentos da Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos (CMED) (BRASIL, 2016).

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA E ESTIMATIVA DOS CÁLCULOS

A análise de dados foi realizada utilizando-se o programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) Versão 18.0. As variáveis categóricas foram descritas em números percentuais e absolutos. Para as contínuas, utilizou-se o teste Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade e, quando constatado distribuição normal, foram expressas suas médias e desvio padrão. Para as demais variáveis apresentadas, utilizou-se a mediana e intervalo interquartil.

A análise das notificações dos profissionais em relação a afastamentos e uso de medicações foi realizada por meio de estatística descritiva. Para o cálculo da exposição ao uso de medicamentos entre os profissionais foi utilizada uma medida de efeito, calculada pela Razão de Densidade de Incidência.

Comparações das médias de resultados hemodinâmicos, volêmicos e de exames laboratoriais tomados como variáveis contínuas com distribuição normal foram realizadas utilizando-se o teste *t* pareado. Para as variáveis, albumina, ferro e ferritina, que apresentaram distribuições assimétricas, utilizou-se o teste de Wilcoxon.

Os episódios de pirogenias e bacteremias entre os dois períodos foram comparados pelo teste de Wilcoxon e, posteriormente, utilizada a Razão de Chances (RC), como medida de força de associação, para avaliar o risco nos episódios de pirogenia e bacteremias, por meio do pacote de software gratuito WINPEPI versão 10.5.

Para as variáveis categóricas, na comparação dos períodos para verificar se há hemocultura positiva, foi realizado o teste de McNemar, e o teste Exato de Fisher foi utilizado para comparar o tipo de acesso venoso. Um valor $p < 0,05$ foi considerado significativo.

Os dados dos custos diretos e indiretos foram transcritos no programa Microsoft Excel® 2010, aplicando operações matemáticas simples para compilar e gerar os valores de acordo com os procedimentos. Posteriormente, utilizou-se o programa SPSS para análise estatística

descritiva. O teste de Mann-Whitney foi empregado para comparação dos custos diretos entre as duas modalidades do dialisador, e o Wilcoxon para os custos indiretos.

As operações matemáticas foram realizadas com base nos dados de custos de 459 sessões mensais de hemodiálise, o que corresponde a 4,5 semanas no mês de 34 pacientes. As quantidades dos materiais de reuso estimados mensalmente estão demonstradas no Quadro 3, e foram utilizados para calcular os custos mensais e os custos por sessão.

Considerando 10 reusos para cada dialisador, foi estimado um consumo médio de 46 dialisadores reutilizados em cada mês. Tomando-se o produto entre o número de unidades e o valor unitário, foi possível estimar o custo mensal e o custo por sessão de hemodiálise dos dialisadores. O mesmo cálculo foi utilizado para os custos com equipamentos arteriais e venosos.

O custo das mangas plásticas e aventais utilizados como Equipamentos de Proteção Individual (EPI) foram considerados com a hipótese de que as 459 sessões no mês foram igualmente distribuídas em 26 dias e em três turnos de trabalho. Ao final de cada turno, o técnico de enfermagem realizava o reuso de até seis dialisadores e descartava o EPI utilizado.

A máscara de proteção foi estimada considerando-se que pode ser reutilizada até seis vezes pelo mesmo profissional. Nesse caso, em cada uso da máscara o profissional realiza o reuso de seis dialisadores, sendo necessárias 13 máscaras por mês entre todos os profissionais. O quadro 3 apresenta os custos desses materiais:

Quadro 3 – Materiais de reuso estimados mensalmente com devidos custos unitários

Código*	Materiais de reuso	Número de reutilizações	Quantidade (mês)	Unidade	Custo Unitário
189928	Dialisador de médio desempenho, CUF7-11 tipo F8, 8LR	10	45,9	unidades	R\$ 38,34
273774	Equipo arterial 8 mm com cata bolhas para hemodiálise	10	45,9	unidades	R\$ 6,63
8508	Equipo venoso 8 mm para máquina hemodiálise	10	45,9	unidades	R\$ 5,40
108039	Sacos descartáveis	1	459	unidades	R\$ 0,33
117714	Máscara de proteção com carvão ativado	36	13	unidades	R\$ 8,10
7270	Mangas Plásticas (Protetor de braços)	6	78	pares	R\$ 4,60
7269	Avental	6	78	unidades	R\$ 1,30

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

A Equação (1) foi utilizada para a estimativa desses materiais.

$$C_i = \frac{N_i \text{Cust}_i}{N_s} \quad (1)$$

Onde C é o custo por sessão de cada material, N é a quantidade do material utilizada mensalmente em unidades, pares ou unidades de volume, Cust é o custo unitário de cada elemento e Ns é o número de sessões realizadas a cada mês, com i = dialisador, equipo arterial, equipo venoso, sacos plásticos, mangas de proteção, avental e máscara. Os custos dos sacos utilizados para guarda do dialisador considera o valor unitário para cada sessão realizada no mês.

As soluções esterilizantes, germicidas e medicamentos utilizados no reuso foram estimados e contabilizados com as devidas quantidades mensais e custos unitários, conforme apresentado no Quadro 4.

A quantidade de ácido peracético utilizada para a esterilização do dialisador foi estimada pela equipe de enfermagem da unidade como sendo 12 galões de cinco litros para 26 dias de uso, resultando em 60 litros da solução ao mês. O custo do ácido peracético estimado por reuso de dialisador a partir da Equação (1) considerou o valor unitário do litro, a quantidade de litros gastos no mês e quantidade de reuso realizados.

A solução reagente para ácido peracético foi estimada seguindo as recomendações da bula da solução do fabricante, a qual recomenda de cinco a dez gotas da solução por teste. Para o estudo foi adotado o uso de cinco gotas por teste, e considerando que um ml contém 20 gotas, temos que 1ml atende a quatro testes. A cada sessão são realizados dois testes, um para constatar a presença do ácido no dialisador e outro para constatar a ausência do ácido no dialisador. Dessa forma, a quantidade necessária mensalmente para as 459 sessões será de 229,5ml. O cálculo estimado para o valor de acordo com a Equação (1) leva em conta o valor unitário por ml da solução e a quantidade de ml utilizadas mensalmente, além do número de sessões mensais de hemodiálise.

Quadro 4 – Esterilizante e reagente de esterilizante demandados no reuso com respectivas quantidades mensais e valores unitários

Código	Germicidas, esterilizantes e soluções	Quantidade (mês)	Unidade	Custo Unitário
184136	Ácido peracético	60	l	R\$ 20,20
221163	Reagente para ácido peracético	229,5	ml	R\$ 0,35

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

O volume de heparina foi estimado, uma vez que sofreu redução de sua dose após a mudança da técnica do uso do dialisador. A proporção da concentração da medicação é de 5.000UI/ml. Durante a reutilização do dialisador, pela prescrição de diálise, a média de heparina administrada era um bolus de 5.000UI adicionado de 1.000UI/h. Isso resulta em

8.000UI durante as quatro horas de hemodiálise, o que equivale a 1,6 ml de heparina por sessão de hemodiálise. O cálculo do valor por sessão de hemodiálise estimada para a solução de heparina considera a quantidade mensal em ml da solução, o valor unitário por ml e o número de sessões mensais, de acordo com a Equação (1).

No que se refere ao soro fisiológico utilizado para lavar o sistema de dialisador e linhas antes da sessão de hemodiálise, foi estimada como necessária a utilização de um litro de solução para enchimento e lavagem do sistema em cada sessão de diálise. A estimativa do cálculo para obter o valor dessa solução foi realizada com base na quantidade de litros mensais, no valor unitário por litro e no número de sessões mensais de hemodiálise.

O Quadro 5 apresenta as demandas da quantidade utilizada de anticoagulante e solução fisiológica com seus devidos valores unitários:

Quadro 5 – Soluções demandadas no reuso com respectivas quantidades mensais e valores unitários

Código	Soluções e anticoagulantes	Quantidade por reuso	Quantidade (mês)	Unidade	Custo Unitário
15431	Anticoagulante (Heparina)	2	918	ml	R\$ 1,40
190110	Soro Fisiológico	1	459	l	R\$ 2,40

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

O custo de antibióticos utilizados pelos pacientes durante o reuso foi estimado de acordo com o Quadro 6. Para cada dose da vancomicina foi utilizado um grama, e para cada dose da gentamicina, são utilizados 80 mg. O número de doses administradas levou em conta o período de seis meses encontrando a quantidade utilizada de cada antibiótico. A quantidade de frascos ou ampolas considerou a dosagem aplicada por prescrição durante o período de seis meses:

Quadro 6 - Quantidade de antibióticos utilizados pelos pacientes no período de reuso

Código	Antibióticos	Apresentação do Medicamento	Custo Unitário	Administração por Dose	Número de Doses	Quantidade Utilizada
18465	Vancomicina	FR com 500 mg	R\$ 2,65	2	11	22
15202	Gentamicina	AMP 2 ml com 80 mg	R\$ 0,27	1	2	2

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

A quantidade de frascos ou ampolas considerou a dosagem aplicada por prescrição durante o período de seis meses. Para o cálculo dos custos com hemocultura e as culturas de água durante os episódios de bacteremia, o custo total foi estimado pelo produto entre o

número de bacteremias constatadas e o valor individual de cada exame, assumindo que, para cada episódio, eram coletadas hemocultura e cultura de água. O procedimento está detalhado no Quadro 7:

Quadro 7 - Cultura de água e hemocultura nos episódios de reação pirogênica

Cultura de água	Número de culturas *	Unidade	Custo Unitário
Microbiológico	19	Exames	R\$ 30,00
Físico-química	19	Exames	R\$ 15,00
Hemocultura	Número de culturas*		
Hemocultura	19	Exames	R\$ 33,41

*Realizado no período de seis meses

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Os resíduos hospitalares da unidade eram coletados por uma empresa contratada. O contrato com essa empresa estava em vigor entre o ano de 2012 e 2014, com o valor de R\$ 1,85 ao kg de lixo tipo A. O lixo classificado como grupo A refere-se aos resíduos com possível presença de agentes biológicos, que, por suas propriedades, podem proporcionar risco de infecção aos indivíduos. Dentro desse grupo encontra-se o subgrupo A4, que se refere a *kits* de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores (BRASIL, 2004b), cujo destino final é a incineração.

Para estimar a massa do dialisador e linhas arteriais e venosas, após uma sessão de hemodiálise, foi mensurada com auxílio de balança digital, obtendo o valor de 1,2 kg. Assim, o cálculo do valor gasto com o descarte do lixo tipo A considerou a massa de cada conjunto.

Com o descarte de 46 conjuntos por mês foram gerados 55,2 kg de RSS, a um custo unitário de R\$ 1,85/kg. O custo desse tratamento por sessão de hemodiálise foi estimado da massa total descartada no mês, o valor unitário do descarte por kg e a quantidade de sessões realizadas, de acordo com a equação (2):

$$C = \frac{mCust}{Ns} \quad (2)$$

onde C é o custo do tratamento por sessão de RSS, m é a massa descartada por mês em kg, Cust é o custo do descarte por kg e Ns é o número de sessões mensais.

Para medir o volume de água gasto durante a limpeza do dialisador, foi necessário efetuar o procedimento de lavagem de um conjunto de dialisador e linhas. Como na ocasião a

unidade em que o estudo foi realizado não dispunha mais do processamento de dialisador, foi necessário realizar o procedimento em outra instituição.

Durante a lavagem do sistema a água foi mantida sob pressão de 25 PSI, e para limpeza das linhas foram utilizados 800 ml de água. Com o capilar foram utilizados dois litros para lavagem e mais dez litros quando realizado na máquina de reuso automatizado. Adicionaram-se 20% de água como margem de erro, ao considerar casos de maior encrostamento de sangue no material e o cálculo com a máquina de reuso automatizado, considerou-se 15 litros de água para lavagem do sistema completo. Dessa forma, em 459 sessões mensais, o volume de água demandado foi de 6885 m³ a um custo unitário de R\$ 2,64. O custo total com água foi o produto entre o volume de água e o custo unitário.

Durante o período do estudo em que se aplicava o reuso do dialisador, diariamente era necessário realocar um técnico de enfermagem para a limpeza e desinfecção do sistema, uma vez que a unidade não trabalhava com reusista.

O custo estimado com recursos humanos considerou o salário mensal pago à categoria, incluídos encargos patronais e uma carga horária 180 h/mês. Com base no valor pago por hora trabalhada, e estimando-se o tempo de 15 min para lavagem e desinfecção de cada dialisador reutilizado, foram calculados os custos.

Em caso de afastamento médico dos profissionais, também foram necessárias substituições. Foram contabilizadas 30h de afastamentos no período de reuso, uma vez que o profissional era afastado, outro técnico era chamado para o turno, impactando em adicional de 100% no valor pago por hora trabalhada. Tais valores estão listados no Quadro 8:

Quadro 8 – Custos com recursos humanos e remanejamento por licenças médicas durante o reuso

Lavagem e desinfecção	Salário mensal	Carga horária (mês)	Custo (R\$/h)
Profissional reusista	R\$ 5.580,16	180	R\$ 31,00
Afastamentos	Custo (R\$/h)	Horas de substituto (ano)	Horas de substituto (mês)
Afastamentos médicos	R\$ 62,00	30	2,5

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

O custo com os medicamentos utilizados pelos profissionais durante a análise foi calculado de acordo com o Quadro 9. A quantidade de caixas ou frascos demandados no período levou em conta o número de profissionais que utilizou a medicação (Ex: Mirtax utilizado por dois profissionais) ou a dosagem total maior que a contida em uma única caixa de medicação (Ex: Ibuprofeno e Nimesulide):

Quadro 9 – Medicamentos utilizados pelos profissionais durante o período de reuso

Antinflamatórios	Apresentação do Medicamento	Custo Unitário	Dias de uso (ano)	Dose diária (ml ou cp)	Número de Profissionais	Quantidade (CX ou FR)*
Tobradex pomada	FR (5 ml)	R\$ 28,41	21		1	1
Mirtax	CX 15cp (10 mg)	R\$ 19,06	5	1	2	2
Ibuprofeno	CX 10cp (400 mg)	R\$ 9,28	5	3	1	2
Nimesulide	CX 12cp (100 mg)	R\$ 22,28	5	3	1	2
Colidex colírio	FR (5ml)	R\$ 27,07	3		1	1

*Considerou-se a dose utilizada ou o número de profissionais

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Para cálculo dos custos estimados com o dialisador de uso único, assim como para as linhas arteriais e venosas, anticoagulante e soro fisiológico, foi utilizada a Equação (2) citada anteriormente. O anticoagulante (Heparina), pela prescrição de diálise, era administrado a partir de um *bolus* de 3.000UI e 1.000UI/h resultando em 6.000UI para uma sessão de quatro horas de hemodiálise. Isso equivale a 1,2 ml de heparina por sessão. Para o soro fisiológico assumiu-se o volume gasto de 500 ml por sessão de hemodiálise, conforme Quadro 10:

Quadro 10 – Materiais de uso único, soluções e anticoagulantes estimados mensalmente

Código	Materiais de Uso único	Número de reutilizações	Quantidade (mês)	Unidade	Custo unitário
189928	Dialisador de médio desempenho, CUF7-11 tipo F8, 8LR	1	459	unidades	R\$ 22,70
273774	Equipo arterial 8 mm com cata bolhas para hemodiálise	1	459	Unidades	R\$6,38
8508	Equipo venoso 8 mm para máquina hemodiálise	1	459	unidades	R\$ 5,30
Código	Soluções e anticoagulantes	Quantidade	Quantidade (mês)	Unidade	Custo unitário
15431	Anticoagulante (heparina)	1,5	688,5	mL	R\$ 1,45
190110	Soro Fisiológico	0,5	459	L	R\$ 1,80

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

A valoração dos antibióticos utilizados pelos pacientes durante o uso único e o cálculo dos custos com hemocultura e cultura de água seguiram os mesmos critérios utilizados no reuso, e são apresentados no Quadro 11:

Quadro 11 – Custos com antibióticos utilizados pelos pacientes durante o uso único do dialisador

Código	Antibióticos	Apresentação do medicamento	Custo unitário	Administração por dose	Número de Doses	Quantidade Utilizada
18465	Vancomicina	FR com 500 mg	R\$ 2,81	2	1	2

*Realizado no período de seis meses.

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Para a estimativa do cálculo do valor gasto com o descarte do lixo tipo A, foi utilizada a Equação (2). No entanto, no uso único, em cada sessão de hemodiálise é descartado um conjunto de dialisador e linhas, totalizando 459 unidades descartadas mensalmente. Dessa forma, o custo com descarte de RSS durante o uso único foi calculado pelo produto entre a massa de cada conjunto, o número de descartes mensais e o valor unitário por kg descartado.

Os custos com recursos humanos durante o uso único contemplaram apenas os afastamentos médicos, uma vez que a tarefa de lavagem e desinfecção foi extinta. Durante esse período foram contabilizadas 24 horas de afastamento da equipe de enfermagem, as quais foram substituídas por outro profissional recebendo um adicional de 100% no valor da hora trabalhada. O valor do salário pago a essa categoria no período era de R\$ 5.820, assim, o custo por hora substituída passou a ser R\$ 64,66, ocorrendo em duas horas mensais dentro do período analisado.

O custo com os medicamentos utilizados pelos profissionais seguiu os mesmos critérios do reuso do dialisador, apenas adaptando para diferentes medicamentos, conforme mostrado no Quadro 12:

Quadro 12 – Medicamentos utilizados pelos profissionais durante o uso único

Antinflamatórios	Apresentação do Medicamento	Custo Unitário	Dias de uso (ano)	Dose diária (ml ou cp)	Número de Profissionais	Quantidade (CX ou FR)*
Ibuprofeno	CX 10cp (400 mg)	R\$ 9,72	5	3	1	2
Tenoxican	CX 10cp (20 mg)	R\$ 27,47	5	1	1	1

*Considerou-se a dose utilizada ou o número de profissionais

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

4.9 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O projeto foi aprovado pela banca qualificadora em 18 de agosto de 2014, conforme Anexo (A), e de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que determina as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos; além disso, foi submetido ao Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre com parecer favorável em 16/12/2014 nº 924.238, conforme Anexo (B).

O estudo também obteve aprovação pela Comissão de Pesquisa da Escola de Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul com o número 28718.

Todos os profissionais de enfermagem assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D), e os dados coletados nos prontuários eletrônicos dos pacientes foram obtidos mediante Termo de Compromisso para Utilização de Dados.

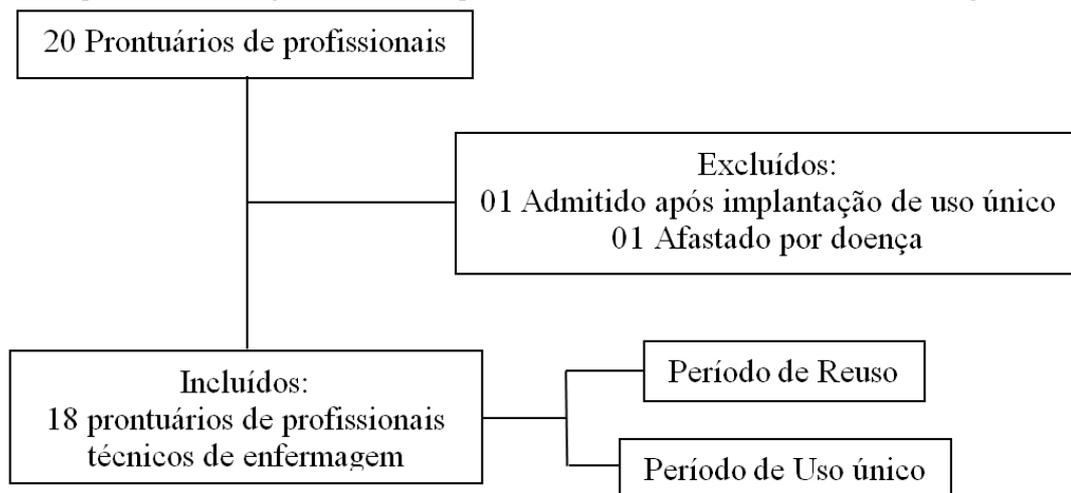
5 RESULTADOS

Os resultados desta tese serão apresentados em três capítulos. O primeiro apresenta resultados referentes às notificações de distúrbios osteomusculares, alergias oculares, cutâneas, afastamentos e uso de medicamentos pelos técnicos de enfermagem, comparando a fase de reutilização com a fase de uso único do dialisador capilar. No segundo e terceiro capítulos, respectivamente, serão apresentados os desfechos clínicos e os custos com a técnica de utilização do dialisador durante as duas fases do estudo.

5.1 CAPÍTULO I – PROFISSIONAIS

Dos vinte técnicos de enfermagem do setor de hemodiálise que atuaram durante o período de março de 2012 a março de 2014, um havia sido transferido para outra unidade da instituição em 2014. Porém, por ter atuado na hemodiálise durante os dois períodos de análise do estudo, foi contatado para fazer parte da pesquisa. Da mesma forma, procedeu-se o contato com um profissional em afastamento por telefone para agendamento e assinatura do TCLE. Dois profissionais foram excluídos, um por não ter atuado durante a fase de reutilização do dialisador e outro por estar em afastamento por doença crônica. O Fluxograma a seguir ilustra o método de seleção e exclusão dos profissionais:

Figura 11 - Fluxograma dos técnicos de enfermagem para avaliação das notificações e afastamentos do trabalho durante o período de utilização do dialisador processado e dialisador de uso único. Porto Alegre/RS, 2016.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.1.1 Características dos profissionais

Foram incluídos 18 técnicos nas duas fases do estudo, com média de idade de $38\pm 5,2$ anos, predomínio do sexo feminino. O tempo médio de atuação no serviço de hemodiálise foi de 12 ± 7 anos. O número de funcionários por turno de trabalho foi proporcional nos períodos.

5.1.2 Notificações de distúrbios osteomusculares, alergias oculares e cutâneas

Durante o período de reutilização do dialisador foram registradas sete notificações em cinco técnicos. As notificações registradas foram os distúrbios osteomusculares (tendinite no cotovelo, punho e dor escapular), as alergias oculares manifestadas por irritação ou vermelhidão dos olhos e a dermatose, esta última com presença de escoriação por atrito do uso da máscara de carvão. As regiões corporais em que as lesões ocorreram foram os membros superiores 4 (22%) e a face 3 (17%); a dor esteve descrita em 5 (71%) das notificações, o que corresponde a 28% dos profissionais.

No período de uso único do dialisador, não ocorreu qualquer notificação referente a distúrbios osteomusculares no segmento dos membros superiores. Da mesma forma, nenhuma ocorrência de alergias oculares ou cutâneas foi notificada. Ocorreu, nesse período, o registro de dois profissionais com dor lombar. Dados na Tabela 1:

Tabela 1- Notificações de ocorrências dos profissionais técnicos de enfermagem do serviço de hemodiálise durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.

Variáveis	Reuso (n=18)		Uso único (n = 18)
	1º Notificação	2º Notificação	1º Notificação
Intercorrência e/ou lesão			
Sim	5 (28%)	2 (11%)	2 (11%)
Classificação da notificação			
Distúrbio Osteomuscular	3(17%)	1 (6%)	---
Alergia Ocular	1 (6%)	1(6%)	---
Alergia Cutânea	1 (6%)		---
Definição da notificação			
Irritação vermelhidão ocular	1 (6%)	1 (6%)	---
Escoriação por atrito	1 (6%)	--	---
Dor escapular	1 (6%)	---	---
Tendinite cotovelo e punho	2 (11%)	1 (6%)	---
Dor lombar	---	---	2 (11%)
Presença de dor (notificações)			
Sim	4 (57%)	1 (14%)	2 (100%)

Distúrbios osteomusculares (tendinite no cotovelo, punho e dor escapular).

Nota: Valores expressos em n(%).

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.1.3 Uso de medicações após a notificação e atendimento

Após a notificação das ocorrências, os profissionais fizeram uso de medicação por 44 dias no reuso. Durante o uso único do dialisador, o uso dos medicamentos foi por 10 dias. Verificou-se que a taxa de exposição ao uso de medicamentos foi de 6,7 dias para cada 1.000 profissional, durante o período do dialisador reutilizado, e de 1,52 dias de exposição à medicação para cada 1.000 profissionais no período de uso único, um valor de (RDI= 4,4; IC 95%: 2.182-9.805). O grupo de medicamentos mais prescritos foi o de anti-inflamatório para os dois períodos. Os afastamentos foram semelhantes em ambos os períodos. A Tabela 2 apresenta esses dados:

Tabela 2 – Afastamentos e uso de medicações pós-notificação de ocorrências e lesões dos profissionais técnicos de enfermagem durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.

Variáveis	Reuso (n=18)		Uso único(n=18)
	1º notificação	2º notificação	1º notificação
Uso de medicamento pós-notificação			
Sim	4 (22%)	2 (11%)	2 (11%)
Grupo de medicamentos			
Corticoide e antibiótico	1 (6%)	1 (6%)	--
Anti-inflamatório	3 (16%)	1 (6%)	2 (11%)
Necessitou afastamento			
Sim	1 (6%)	1 (6%)	2 (11%)
Dias de afastamento	3 dias	2 dias	4 dias

Nota: Valores expressos em n (%).

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

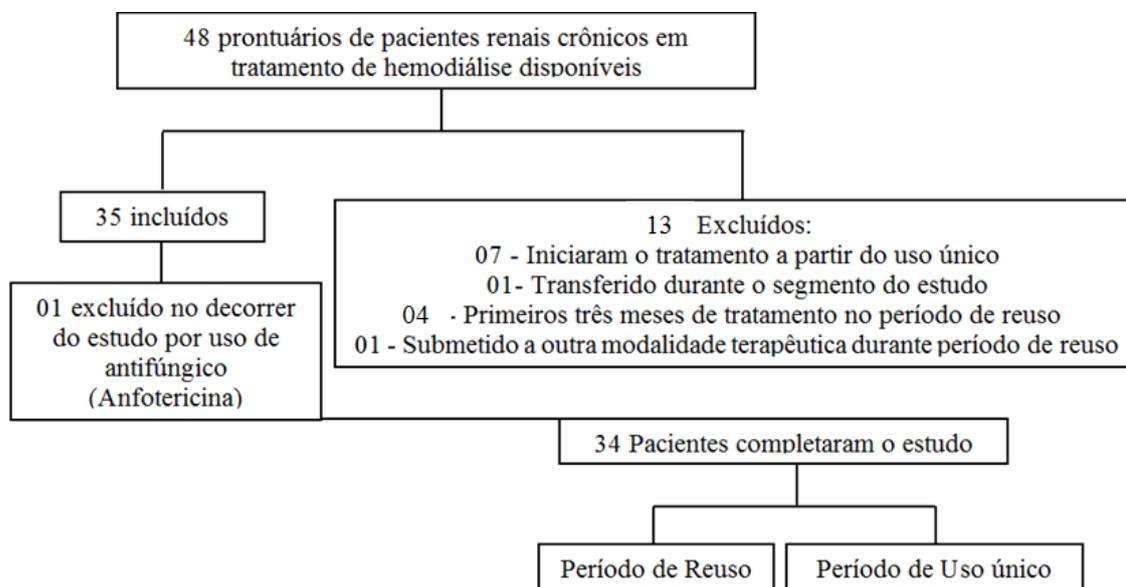
5.2 CAPITULO II: DESFECHOS CLÍNICOS NA COMPARAÇÃO DO REUSO DO DIALISADOR E USO ÚNICO

5.2.1 Características demográficas e clínicas dos pacientes

De um total de 48 pacientes em tratamento crônico de hemodiálise, 35 atenderam aos critérios de inclusão, e destes, um foi excluído no decorrer do estudo por estar em uso de antifúngico (Anfotericina B).

Foram estudados 34 pacientes renais crônicos em tratamento de hemodiálise durante as duas fases do estudo, conforme Figura 12:

Figura 12 – Fluxograma dos pacientes renais crônicos em tratamento de hemodiálise incluídos no estudo para avaliação dos desfechos clínicos. Porto Alegre/RS, 2016.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Dentre os 34 pacientes analisados, 21(62%) eram do sexo masculino; a média de idade foi de 58 (± 14) anos, de raça branca 28 (82%) e a escolaridade foi de cinco anos de estudo para metade dos indivíduos. A hipertensão arterial sistêmica foi a causa mais comum da DRC, e as doenças cardiovasculares se apresentaram como as principais comorbidades. O tempo médio de tratamento foi 72 ± 36 meses, conforme dados na Tabela 3:

Tabela 3 – Características demográficas e clínicas dos pacientes em hemodiálise durante o reuso e uso único do dialisador capilar. Porto Alegre/RS, 2016.

Variável	Total (34 pacientes)
Idade, anos*	58 \pm 14
Sexo masculino[†]	21 (62%)
Etnia/raça, branco[†]	28 (82%)
Anos de estudo[†]	
= 5 anos	17 (50%)
6-10 anos	14 (41%)
> 10 anos	3 (9%)
Etiologia da Doença Renal[†]	
Hipertensão Arterial Sistêmica	14(41%)
Diabetes	9(26%)
Outras causas	7(21%)
Não específico	4(12%)
Tempo de Tratamento de hemodiálise(meses)*	72 \pm 36

Nota: * Variáveis contínuas expressas com média \pm desvio padrão; [†]Variáveis categóricas expressas como n(%).

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.2.2 Parâmetros de diálise durante o período de reuso e uso único do dialisador

O tempo de quatro horas foi predominante nas sessões de hemodiálise nos dois períodos analisados. O fluxo de sangue utilizado foi de 300ml/min para um fluxo de dialisato de 500ml/min. A via de acesso venoso para realização do tratamento foi similar entre os dois períodos, dados na Tabela 4.

Durante o período de reuso, o dialisador utilizado era o Diacap LOPS, da B.Braun, e no uso único, Polyflux L-Gambro. As membranas utilizadas em ambos os períodos eram biocompatíveis, e o processo de esterilização no reuso manual ocorreu por meio da utilização de proxitane (ácido peracético 0,2%):

Tabela 4 - Parâmetros de diálise durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.

Característica	Reuso (n=34)	Uso Único (n=34)
Horas por sessão de hemodiálise, 4 horas	33 (97%)	33 (97%)
Fluxo de sangue (ml/min),300	28 (82%)	28 (82%)
Fluxo do banho de diálise (ml/min)500	32 (94%)	32 (94%)
Acesso venoso		
Fístula arteriovenosa	29 (85%)	28 (82%)
Cateter Permanente	3 (9%)	4 (12%)
Cateter Temporário	1 (3%)	2 (6%)
Enxerto	1(3%)	---
Membrana do dialisador		
Polysulfona	34 (100%)	---
Poliamida	---	34 (100%)

Nota: Valores expressos em n(%).

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.2.3 Parâmetros hemodinâmicos e volêmicos durante o período de reuso e uso único do dialisador.

Na Tabela 5 estão os parâmetros hemodinâmicos e volêmicos coletados no período de seguimento. Para nenhuma das variáveis analisadas ocorreu diferença entre os dois métodos utilizados.

Tabela 5 - Parâmetros hemodinâmicos e volêmicos durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.

Parâmetros hemodinâmicos e volêmicos	Reuso (n=34)	Uso único (n=34)	P
Pressão arterial sistólica pré hemodiálise (mmHg)*	142 ± 17	140 ± 19	0,549
Pressão arterial diastólica pré hemodiálise (mmHg)*	77 ± 12	79 ± 14	0,297
Pressão arterial sistólica pós hemodiálise (mmHg)*	133 ± 15	130 ± 15	0,347
Pressão arterial diastólica pós hemodiálise (mmHg)*	72 ± 11	71 ± 10	0,625
Peso pré hemodiálise (Kg)*	73 ± 16	73 ± 15	0,566
Peso pós hemodiálise (Kg)*	70 ± 15	70 ± 15	0,323
Ultrafiltração (ml)*	2,5 ± 1,3	2,6 ± 1,0	0,610

Nota: *Variáveis contínuas expressas em (média ± desvio padrão);

P: comparação entre os grupos por teste *t* pareado.

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.2.4 Comparação dos resultados laboratoriais durante o período de reuso e uso único do dialisador

Na comparação entre os exames laboratoriais entre os períodos analisados, observou-se redução significativa nos valores de ureia pós-diálise, creatinina, fósforo, ferritina, hematócrito e hemoglobina quando se utilizou o dialisador de uso único em relação ao dialisador reutilizado. A Tabela 6 ilustra esses dados.

Tabela 6 - Comparação dos resultados laboratoriais durante o período de reuso e uso único do dialisador. Porto Alegre/RS, 2016.

Dados laboratoriais	Reuso (n=34)	Uso único (n=34)	P
Ureia pré hemodiálise*	140±31	134±27	0,078
Ureia pós hemodiálise*	40±14	37±11	0,015
K/tv*	1,3±0,2	1,4±0,2	0,655
Creatinina*	10±2	8±2	<0,001
Cálcio*	9±0,5	9±0,4	1,120
Potássio*	5±0,5	5±0,5	0,616
Fósforo*	6±1,1	5±1,2	<0,001
Albumina*	4± 0,2	4± 0,6	0,143
Ferritina†	556(314-782)	479(349-646)	0,008
Ferro†	61(46-75)	61(43-70)	0,192
Hematócrito*	34±3	32±3	0,008
Hemoglobina*	11±1	10±1	0,008
Paratormônio*	562,9±396,6	561,8±398,4	0,976

Nota: Kt/v- Depuração fracional da uréia. *Variáveis contínuas expressas em (média ± desvio padrão), p: comparação entre os grupos por teste *t* pareado. †Variáveis apresentadas como mediana e intervalo interquartil; p: teste de Wilcoxon.

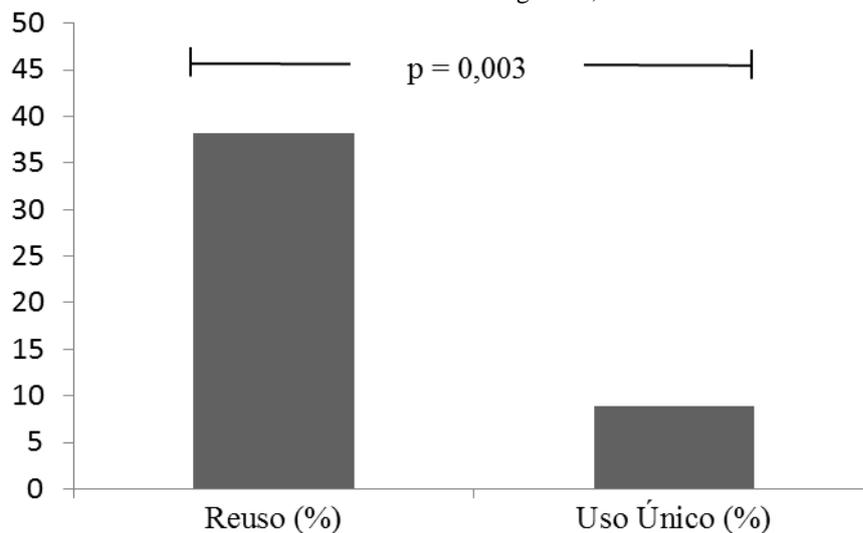
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.2.5 Episódios de pirogenia e bacteremia durante o período de reuso e uso único do dialisador

Dos 34 pacientes acompanhados, 20 (59%) não apresentaram pirogenia/bacteremia em nenhum dos períodos do estudo. Dos 14 (41%) pacientes que apresentaram bacteremia, 13 (38%) apresentaram no período de reuso e apenas um apresentou no período de uso único.

Houve uma diferença significativa nos episódios de pirogenia entre os dois períodos, conforme mostrado na Figura 13. O uso único apresenta 91% menos risco de pirogenia comparado ao período de reuso do dialisador capilar (RC= 0,091; IC 95%: 0,002-0,625), (p=0,003).

Figura 13 - Percentagem de pirogenia e ou bacteremia durante o período de reuso e uso único do dialisador. Teste Wilcoxon. Porto Alegre/RS, 2016.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.2.6 Bacteremias com hemocultura positiva

Na análise dos dois períodos, ocorreram, no total, 22 episódios de febre e calafrios em 14 pacientes; no reuso foram registrados 19 episódios por 13 pacientes, enquanto que no uso único foi constatado três episódio de febre e calafrios por três pacientes. Dos 22 episódios ocorridos em 14 pacientes, sete apresentaram hemocultura positiva, 6 (18%) no reuso e 1(3%) no uso único. Não houve diferença significativa (p= 0,125) na presença da bacteremias comparando-se os diferentes usos do dialisador.

Dos 13 pacientes que apresentaram pirogenia/bacteremias no período de reuso, 4 (31%) estavam em uso de cateter venoso central, enquanto que 9 (69%) pacientes apresentavam FAV, como acesso de diálise ($p=0,015$). No período de uso único do dialisador, havia uma tendência de maior uso de cateter venoso central no grupo que apresentou pirogenia/bacteremias (dois pacientes com cateter venoso central e um com FAV) ($p=0,074$).

5.2.7 Micro-organismos isolados na hemocultura e na bacteriologia da água

Os microrganismos que foram encontrados nos resultados das amostras sanguíneas dos seis pacientes com hemocultura positiva no período de reuso foram *Staphylococcus sp* *coagulase negativo* 2 (6,0 %), *Staphylococcus aureus* 1 (3,0 %), *Complexo Burkholderiacepaea* 2 (6,0 %) e *Ralstonia Piketti* 1 (3,0 %). No período da utilização de dialisador reutilizado, um mesmo paciente apresentou três episódios de pirogenia/bacteremia, sendo confirmada a presença da bacteremia em apenas um dos episódios pela *Ralstonia Piketti*. Em outro paciente foram dois episódios com a confirmação em apenas um, pelo *Complexo Burkholderia cepacea*. Em um terceiro paciente foram dois episódios, sendo que não havia registro de informação para um dos resultados da hemocultura e o outro foi confirmado com a presença de *Staphylococcus sp coagulase negativo*.

No período da utilização do dialisador de uso único, a bacteremia foi confirmada em apenas um dos três pacientes que apresentaram episódio de calafrio e febre, com a presença de *Escherichia Coli* 1 (3,0 %) no resultado da hemocultura. Para os outros dois pacientes, não foram encontrados registros de coleta de amostras sanguíneas nos prontuários.

Durante o reuso em nove episódios de bacteremias/pirogenia, não houve registro do resultado da cultura da água. Em sete registros o resultado foi negativo para o desenvolvimento de microorganismo. Em um registro foi encontrado bactéria heterotrófica (>5700 UFC/ml) pós-filtro de hemodiálise, e em um paciente houve o desenvolvimento de bactéria heterotrófica na saída do filtro de carvão ativado (>5700 UFC/ml).

O paciente que apresentou crescimento de bactéria heterotrófica pós-filtro de hemodiálise foi o mesmo que desenvolveu o *Complexo Burkholderia cepacea* no resultado da hemocultura. Da mesma forma, a amostra em que houve presença de bactéria heterotrófica na saída do filtro de carvão ativado foi a mesma para o paciente que apresentou *Staphylococcus aureus* durante o reuso.

Quanto à análise da presença de microorganismos na água da hemodiálise, no uso único não foram encontrados registros com os resultados bacteriológicos.

5.2.8 Uso de antimicrobianos e infecções associadas

O antibiótico mais utilizado empiricamente para tratar a pirogenia foi a vancomicina. Apenas um paciente fez uso desse antibiótico após o resultado da hemocultura, utilizando sete doses durante o reuso.

Durante o reuso, foi confirmada a presença de outro foco de infecção em dois pacientes, e no uso único os três pacientes que apresentaram pirogenia tinham outro foco de infecção associado (respiratório em dois pacientes e urinário em um).

5.3 CAPÍTULO III - CUSTOS DURANTE O PERÍODO DE REUSO E USO ÚNICO DO DIALISADOR

5.3.1 Custos diretos por sessão do procedimento

Para o tratamento de cada paciente em hemodiálise o custo do dialisador capilar reutilizado foi, em média, R\$ 23,18 por sessão. Para o tratamento utilizando o dialisador de uso único o valor foi em média R\$ 39,77 por sessão. A estimativa média do custo direto ao mês com o dialisador reutilizado foi de R\$ 10.643,53, e para o dialisador de uso único o equivalente a R\$ 18.051,31. A comparação entre o custo unitário, custo mensal e custos por sessão de cada insumo está representada na Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação média dos custos diretos da utilização do dialisador reutilizado e uso único. Porto Alegre/RS, 2016.

Materiais	REUSO			USO ÚNICO		
	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Dialisador (unid.)	38,34	1.759,81	3,83	22,70	10.419,30	22,70
Equipo arterial (unid.)	6,63	304,32	0,66	6,38	2.928,42	6,38
Equipo venoso (unid.)	5,40	247,86	0,54	5,30	2.432,70	5,30
Sacos descartáveis (unid.)	0,33	151,47	0,33	-	-	-
Máscara proteção (unid.)	8,10	105,30	0,23	-	-	-
Mangas plásticas (par)	4,60	358,80	0,78	-	-	-
Avental (unid.)	1,30	101,40	0,22	-	-	-
Total		3.028,96	6,59		15.780,42	R\$ 34,38
Esterilizante/Germicida	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Ácido peracético (L)	20,20	1.212,00	2,64	-	-	-
Reag.ácido peracético (ml)	0,35	80,33	0,18	-	-	-
Total		1.292,33	2,82			
Soluções e medicamentos	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Anticoagulante (ml)	1,40	1.285,20	2,80	1,45	798,66	2,18
Soro Fisiológico (L)	2,40	1.101,60	2,40	1,80	413,10	0,90
Total		2.386,80	5,20		1.211,76	3,08
Hemocultura/Cultura H₂O	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Hemocultura (un.)	33,41	105,80	0,23	33,41	16,71	0,04
Microbiológico (un.)	30,00	95,00	0,21	30,00	15,00	0,03
Físico química (un.)	15,00	47,50	0,10	15,00	7,50	0,02
Total		248,30	0,54		39,21	0,09
Antibióticos/Pacientes	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Vancomicina (FR)	2,65	9,72	0,02	2,81	0,94	0,00
Gentamicina (AMP)	0,27	0,09	0,00			
Total		9,81	0,02		0,94	0,00
Descartes	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Dialisador/linhas (un.)	1,85	101,90	0,22	1,85	1.018,98	2,22
Total		101,90	0,22		1.018,98	2,22
Água	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Lav. dialisador/linhas (m ³)	2,64	18,18	0,04			
Total		18,18	0,04			
Recursos Humanos	(R\$/h)	(R\$/Mês)*	(R\$/Sessão)	(R\$/h)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Profissional Reusista	31,00	3.557,25	7,75			
Total		3.557,25	7,75			
MÉDIA DE CUSTOS		10.643,53	23,18		18.051,31	39,77

*Considerando que o profissional é contratado para 180h de trabalho mensal, o custo total passa a ser de R\$ 5.580,16. No entanto, o valor de R\$ 3.557,25 corresponde somente ao período trabalhado mensalmente para os 459 reusos.

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

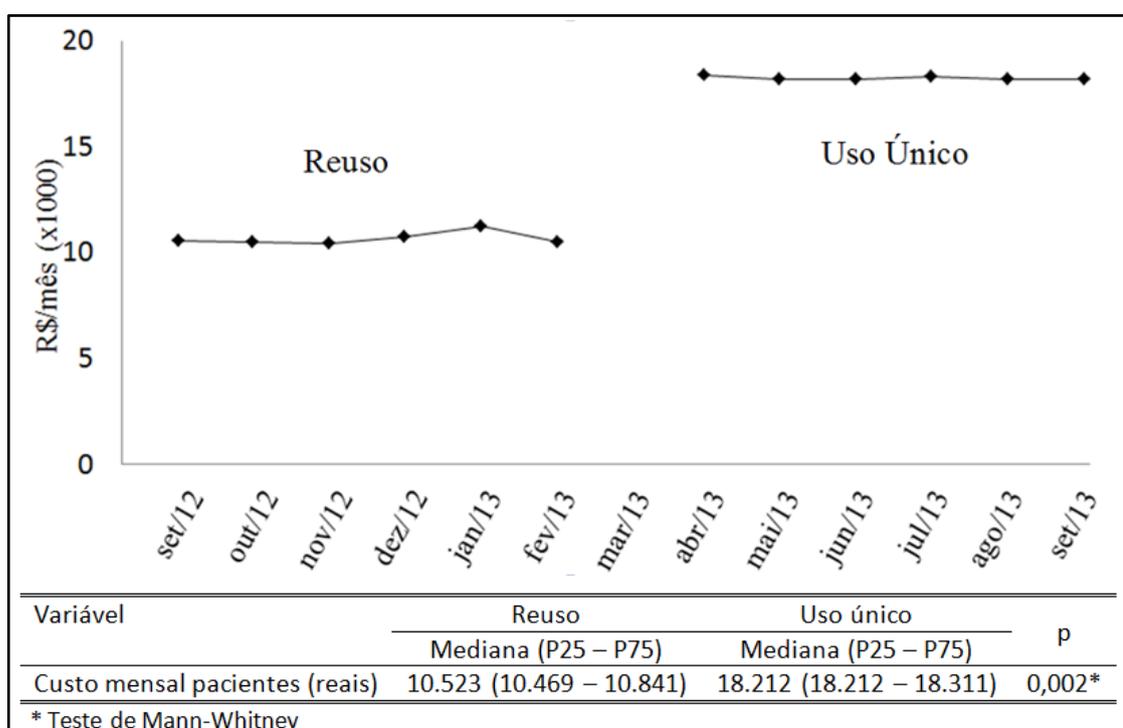
5.3.2 Custos diretos mensais durante o período de estudo

O custo direto total estimado durante todo o período de reuso do dialisador foi de R\$ 63.861,18, e no uso único foi de R\$ 108.307,86. A transição do reuso para o uso único é representada pelo mês de março, o qual não foi considerado para análise.

Durante o período de reuso do dialisador, o mês de dezembro de 2012 apresentou aumento de 2% nos custos, e em janeiro de 2013 esse aumento passou para 7% em relação aos meses anteriores.

A mediana durante o período de reuso do custo mensal com os pacientes foi de R\$ 10.523, com 50% dos meses variando entre R\$10.469 e R\$10.841. No período de uso único, a mediana do custo passou para R\$18.212, com metade da amostra variando entre R\$18.212 e R\$18.311. Esse aumento de praticamente R\$8.000 foi estatisticamente significativo ($p=0,002$). Os dados são apresentados na Figura 14.

Figura 14 – Média estimada para os custos mensais durante o período de estudo. Porto Alegre/RS, 2016.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

5.3.3 Custos indiretos mensais e por sessão durante o período de estudo

Os custos de medicamentos utilizados pelos profissionais, assim como os encargos salariais gerados pelos afastamentos apresentaram uma média mensal durante o período de reuso de R\$ 168,07 (R\$ 0,37 a sessão), enquanto que, no uso único, de R\$ 133,23 ao mês (R\$ 0,29 a sessão).

A substituição de profissionais apresentou um custo médio para o mesmo período, estimado em R\$ 930,00 (custo mensal x seis meses) para o reuso e R\$ 799,38 (custo mensal x seis meses) para o uso único. As estimativas estão dispostas na Tabela 8.

Tabela 8 - Estimativa dos custos indiretos durante o período de reuso e uso único. Porto Alegre, 2016.

Medicação/Profissionais	REUSO			USO ÚNICO		
	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/un.)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Tobradex pomada (FR)	28,41	2,37	0,01			
Mirtax (CX)	19,06	3,18	0,01			
Ibuprofeno (CX)	9,28	1,55	0,00	9,72	1,62	0,00
Nimesulide (CX)	22,28	3,71	0,01			
Colidex colírio (FR)	27,07	2,26	0,00			
Tenoxicam (CX)				27,47	2,29	0,01
Total		13,07	0,03		3,91	0,01
Afastamentos Profissionais	(R\$/h)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)	(R\$/h)	(R\$/Mês)	(R\$/Sessão)
Substituição do Profissional	62,00	155,00	0,34	64,66	129,32	0,28
Total		155,00	0,34		129,32	0,28
MÉDIA DE CUSTOS		168,07	0,37		133,23	0,29

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Quando avaliados os profissionais, observou-se que a mediana do custo foi de zero para ambos os períodos. No período de reuso a variação foi um pouco maior, com 50% dos profissionais apresentando um custo entre R\$0,00 e R\$ 19,060. No período de uso único não houve variação em relação à amplitude interquartílica. No entanto, a diferença entre os períodos não foi significativa ($p=0,463$).

Tabela 9 – Variação dos custos indiretos durante o período de reuso e uso único. Porto Alegre, 2016.

Variável	Reuso		Uso único	p
	Mediana (P25 – P75)		Mediana (P25 – P75)	
Custo mensal profissionais (reais)	0.00 (0.000 – 19.060)		0.00 (0.000 – 0.000)	0,463*

* Teste de Wilcoxon

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

6 DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidos os achados referentes aos distúrbios osteomusculares, às alergias oculares e às cutâneas, durante o período de utilização do dialisador reutilizado e dialisador de uso único. Posteriormente, os desfechos clínicos dos pacientes renais crônicos em tratamento de hemodiálise sob essas duas abordagens; por fim, os custos com a técnica de utilização do dialisador reutilizado comparado ao uso único.

6.1 IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DOS PROFISSIONAIS DURANTE O REUSO DO DIALISADOR E USO ÚNICO

Este estudo é possivelmente um dos pioneiros a realizar uma análise das implicações na saúde dos profissionais de enfermagem que realizaram a técnica de reutilização do dialisador durante um ano, comparando ao período em que estes profissionais utilizaram somente o dialisador de uso único. Na unidade em que este estudo foi desenvolvido, a técnica de reuso era manual e executada pelos técnicos de enfermagem. Para estes, os distúrbios osteomusculares relacionados ao segmento dos membros superiores foram as implicações à saúde mais registradas durante o período de reuso.

Os movimentos repetitivos durante o procedimento de limpeza e desinfecção dos dialisadores, como a batida (golpeamento) nas linhas arteriais e venosas que auxiliam no desprendimento de coágulos de sangue, podem ser um fator predisponente para distúrbios osteomusculares de membros superiores. A utilização de golpes contra as linhas dos dialisadores é realizada com auxílio de pinças de metal ou martelos de metal e resina, com o intuito de facilitar a limpeza interna do sistema. Essa prática não é recomendada para o dialisador, e é utilizada apenas em alguns serviços de hemodiálise (HOEFEL; LAUTERT; FORTES, 2012). O emprego de movimentos repetitivos, monótonos e em ritmo acelerado durante essa atividade (PRESTES et al., 2011) podem contribuir para o desenvolvimento das DORTs dos técnicos de enfermagem.

Uma coorte prospectiva que avaliou as demandas físicas e psicossociais relacionadas ao trabalho em que técnicos e auxiliares de enfermagem estavam expostos demonstrou uma elevada exposição de movimentos repetitivos com as mãos, além de constatar que o uso da força muscular exercida com os braços e mãos é uma prática comum das atividades laborais. A prevalência de DORT em algum seguimento do corpo foi de 83,4%, nos ombros (33,8%) e

de uma forma geral, 57,1% dos profissionais referiram DORT no segmento cervical, ombro ou região alta do dorso, e 32,8% nas extremidades dos membros superiores, como cotovelo, antebraço, punho e mão (RIBEIRO et al., 2012). Embora esses resultados tenham sido encontrados em um hospital público, reforçam que o trabalho executado pelos técnicos de enfermagem contribui para o desenvolvimento de acometimento dos membros superiores. Quando em sala de reuso, além da força aplicada, a repetição de movimentos aumenta essa possibilidade.

Os membros superiores estão predispostos ao acometimento de alergias cutâneas (principalmente as mãos), sendo descritos na literatura como a região mais atingida pela dermatite, uma vez que estão expostos ao manuseio de produtos químicos, umidade e fricção (ALCHORNE; ALCHORNE; SILVA, 2010). Embora no presente estudo a dermatite cutânea tenha sido localizada na região facial por fricção do uso de máscara, também esteve presente no período de reuso.

A face foi o local mais notificado por processos alérgicos durante o reuso do dialisador, com presença de irritação ocular em alguns profissionais. A ocorrência de alergias nos profissionais de enfermagem em hemodiálise pode estar relacionada à exposição de substâncias químicas utilizadas durante a reutilização dos dialisadores (SILVA; ZEITOUNE, 2009). Tais achados são confirmados por meio de um estudo que identificou os principais riscos ocupacionais aos quais se expõem os profissionais de enfermagem do setor de hemodiálise. Os dados apontam que os riscos químicos estão relacionados às substâncias tóxicas manipuladas na sala de reuso, como o renalin e proxitane (mistura de ácido peracético), que podem ocasionar alergias quando não diluídos adequadamente (DOS ANJOS CORREIA; SOUZA, 2012). Essas informações também foram registradas em um estudo conduzido com 65 enfermeiros de um hospital, em que o ácido peracético com concentração de 0,5% foi pulverizado três a cinco vezes ao dia. Setenta e dois por cento dos profissionais exibiram queimaduras cutâneas, tosse, lacrimejamento e dor ocular após a exposição ao produto de oito horas por dia (YOU et al., 2006). Recentemente, uma revisão de literatura avaliou os dados sobre a toxicidade do ácido peracético decorrentes dos limites de exposição ocupacional e o assinalou como extremamente irritante para o trato respiratório superior, além de causar prurido no rosto e extremo desconforto de mucosas, vermelhidão e lacrimejamento ocular, dependendo da concentração do produto (PECHACEK et al., 2015).

A ocorrência desses distúrbios, tanto osteomusculares como alérgicos faz com que os profissionais necessitem de medicamentos para o seu tratamento, e muitas vezes o afastamento do trabalho. Durante o período de reuso, a exposição média ao uso de

medicamentos foi de 6,7 dias para cada 1.000 profissionais, tempo superior a 1,52 dias da medicação para cada 1.000 profissionais avaliados no uso único.

Ao analisar os dados referentes ao uso único do dialisador, a notificação encontrada foi referente à dor lombar, sintoma que se apresenta muito frequentemente no trabalho de enfermagem (CHUNG et al., 2013). Embora esse achado tenha sido constatado apenas no uso único, pode não ser indicativo que, durante o período de reuso do dialisador, os profissionais estavam isentos de lombalgia, mas é possível que, durante esse período, a dor no segmento dos membros superiores pelo movimento repetitivo e constante em sala de reuso tenha se sobressaído em relação aos demais segmentos anatômicos.

Quanto ao uso de medicamentos, a classe mais utilizada foi de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs). Dados na literatura apontam que o uso de AINEs está associado ao risco de doenças cardiovasculares, hemorragias intestinais e insuficiência renal (BATLOUNI, 2010). Confirmando esses dados, uma metanálise de 31 ensaios clínicos randomizados avaliando sete diferentes AINES demonstrou que o ibuprofeno foi associado com o maior risco de acidente vascular cerebral, seguido de diclofenaco. Este último também esteve associado a um maior risco de morte por doença cardiovascular (TRELLE et al., 2011).

Embora existam recomendações de que os AINEs sejam utilizados com prudência para o tratamento da dor musculoesquelética e que os prescritores e pacientes tenham consciência de seu risco e benefício (BATLOUNI, 2010; TRELLE et al., 2011), observou-se que no presente estudo foi a droga de escolha.

A dor não tratada reduz o rendimento profissional e gera sofrimento e afastamento do trabalho, acarretando consequências negativas na organização deste, interferindo na assistência dos pacientes, sobrecarga da equipe (MARTINATO et al., 2010) ou geração de custos adicionais para reposição dos faltantes.

O afastamento do trabalho decorrente das doenças osteomusculares e lesões cutâneas no presente estudo foram de cinco dias, durante o reuso, em comparação a quatro dias no uso único. Esse resultado não permite comparações com outros que abordem a temática do reuso do dialisador por ausência de dados na literatura disponível. No entanto, um estudo retrospectivo que analisou o absenteísmo-doença da equipe de enfermagem em um hospital universitário brasileiro, durante o período de 2008 a 2012, observou que dos 602 trabalhadores da enfermagem, 435 apresentaram 1574 atestados médicos. O setor de hemodiálise ficou entre os setores de maior índice de atestados, 121 (7,7%), e a categoria profissional mais acometida foi a dos técnicos de enfermagem (MARQUES et al., 2015).

No que concerne ao afastamento dos profissionais no presente estudo, foram considerados apenas aqueles descritos nos prontuários referentes às patologias de DORTS e alergias, obtidos por consulta em prontuário eletrônico e, desse modo, sujeitos ao viés de registro de dados retrospectivos. Cita-se ainda como limitação do estudo o baixo número da amostra e a realização em um único centro.

6.2 DESFECHOS CLÍNICOS NA COMPARAÇÃO DO DIALISADOR REUTILIZADO COM O DE USO ÚNICO

6.2.1 Comparação dos resultados laboratoriais entre dialisador reutilizado e dialisador de uso único

Os parâmetros hemodinâmicos e volêmicos foram semelhantes nos dois períodos do estudo. No entanto, a ureia pós-diálise, creatinina, fósforo, ferritina, hematócrito e hemoglobina foram estatisticamente menores quando a técnica de uso único foi executada; contudo, a relevância clínica deve ser interpretada com cautela.

Na comparação entre os grupos, a ureia pré-hemodiálise apresentou uma tendência à redução do seu valor sérico após utilizar dialisador de uso único, embora não tenha se apresentado significativa. Na ureia pós-hemodiálise foi constatada uma redução significativa de ($p < 0,015$), quando utilizado o dialisador de uso único.

A redução da ureia pós-hemodiálise da presente pesquisa vem ao encontro dos resultados de um recente estudo, o qual avaliou prospectivamente 68 pacientes em hemodiálise, um ano antes e um ano após suspender o reuso do dialisador. Foi observado que houve uma melhor adequação na diálise, com uma redução significativa da ureia pós-hemodiálise com dialisador de uso único (MALYSZKO et al., 2016).

Em contrapartida, estudos de Dewi, Suprapti e Widiana (2015) não demonstraram diferença significativa na média da ureia entre o primeiro uso do dialisador e o reuso em até sete vezes. Manandhar et al. (2009), observaram a eficácia do dialisador no primeiro uso e comparou até o nono uso, não encontrando diferença da ureia. Vale ressaltar que o autor assume que a dose de diálise dos pacientes do estudo era insuficiente, uma vez que dialisavam duas vezes por semana. Aggarwal et al. (2012), corroboram os achados de Manandhar et al. (2009), ao observarem que não houve diferença estatística nos níveis séricos de ureia pós-hemodiálise, reutilizando o dialisador até três vezes, embora três reutilizações seja um número muito aquém ao estabelecido pela Legislação brasileira (BRASIL, 2014).

No presente estudo, o Kt/v médio foi de $1,3 \pm 0,2$ e $1,4 \pm 0,2$ para o dialisador processado e uso único, respectivamente. No estudo de Dewi, Suprapti e Widiana (2015), a média do Kt/v foi de 1.70 ± 0.38 quando dialisador utilizado pela primeira vez e 1.69 ± 0.41 com sete reusos. Níveis elevados do Kt/v não apresentam benefício de sobrevida aos pacientes em hemodiálise; por outro lado, cogita-se associação de morbidade e mortalidade quando os valores são inferiores a 1,2 (KDOQI, 2015).

Além do equilíbrio do Kt/v, durante a diálise, pequenos solutos devem ser removidos para garantir melhor sobrevida dos pacientes (KDOQI, 2015). A creatinina no presente estudo apresentou uma redução significativa no uso único do dialisador. Em contrapartida, Lawrie et al.(2004), ao avaliarem o risco de morte associado à prática de reutilização do dialisador, demonstraram a maior existência de creatinina para os pacientes em uso único. Os mesmos inferem que esse achado pode ter sido relacionado com os pacientes mais jovens e do sexo masculino (LOWRIE et al., 2004).

Outro pequeno soluto que apresentou redução significativa durante o uso único foi o fósforo. A remoção e um melhor controle dos níveis séricos de fosfato utilizando o dialisador de uso único foram observados por Malyszko et al.(2016), que reforçam os achados encontrados no presente estudo. No entanto, Aggarwal et al.(2012) mencionam não terem encontrado diferença quando analisado o fosfato. Vale ressaltar que Malyszko et al. (2016) estudaram uma população maior, comparada ao autor anteriormente mencionado.

A redução do fósforo é um achado relevante, uma vez que ele atua na regulação de várias funções fisiológicas, incluindo o desenvolvimento esquelético, metabolismo mineral e agregação plaquetária (BELLORIN-FONT, 2013). A hipótese de que o dialisador de uso único foi o agente da redução do fósforo pode servir como uma possibilidade para gerenciar o controle do distúrbio ósteo-mineral e a calcificação vascular, embora pareça ter um tom ousado, uma vez que existem vários outros marcadores bioquímicos que influenciam no desenvolvimento dessas complicações, como o cálcio e o PTH (DANESE et al., 2015), que no presente estudo não apresentaram diferença estatística na troca do dialisador.

Já para a albumina, o resultado da presente pesquisa vem ao encontro dos resultados encontrados por Aggarwal et al. (2012) e por Dewi, Suprapti e Widiana (2015), que não encontraram diferença na média de albumina entre o dialisador reutilizado e de uso único. A literatura sugere que os dialisadores reutilizados com ácido peracético e as alterações na depuração de solutos refletem a incapacidade do esterilizante em remover completamente as proteínas aderidas nos poros da membrana (WOLFF; ZYDNEY, 2005), o que pode ocasionar uma tendência de redução na perda de albumina após o primeiro uso. Um limite aceitável para

perda de albumina durante a diálise que não agrave o estado nutricional dos pacientes é desconhecido (MELO et al., 2014). Nesse sentido, o presente estudo encontrou um dado favorável, ao ter preservado a albumina após dialisar com dialisador de uso único, uma vez que a albumina é uma proteína que desempenha importante papel na regulação do volume plasmático, equilíbrio ácido básico e transporte de substâncias como hormônios, embora em pacientes renais crônico em hemodiálise seja frequente observar uma queda em seus níveis séricos, pela associação de condições de acidose metabólica, redução da ingestão proteica e inflamações (SILVANO; MARCONDES, 2014).

A DRC por si só é um estado inflamatório, que por sua vez está associado à anemia (ABENSUR, 2010). O nível médio do hematócrito no presente estudo foi de 34 ± 3 (g/dl) e 32 ± 3 (g/dl), e da hemoglobina foi 11 ± 1 (g/dl) e 10 ± 1 (g/dl), no período de reuso do dialisador e uso único, respectivamente ($p=0,008$). Resultados encontrados por Chuang et al. (2008), ao avaliarem os benefícios da reutilização do dialisador para pacientes em hemodiálise (HD), corroboram o presente resultado no que se refere à redução do hematócrito. Entretanto, Lacson et al. (2011), em seu estudo, não encontraram diferença estatística nos níveis de hemoglobina analisando o reuso e uso único do dialisador.

A presença de anemia pode estar relacionada a vários fatores, sendo a deficiência de ferro considerada a principal causa. Esta ocorre por redução da absorção intestinal ou perdas sanguíneas, comum em pacientes dialíticos (ABENSUR, 2010; KOO et al., 2014). No presente estudo a média dos níveis séricos do ferro permaneceram praticamente iguais durante o uso único e reuso do dialisador, enquanto que os níveis de ferritina apresentaram redução significativa no uso único.

Como a ferritina é uma proteína de fase aguda, muitas vezes está aumentada nos pacientes em hemodiálise, o que não significa necessariamente um estoque adequado de ferro, mas sim um processo inflamatório (RIBEIRO-ALVES; GORDAN, 2014). Nesse sentido, o diagnóstico da deficiência de ferro deve ser realizado de forma abrangente, investigando a possibilidade da presença de processo inflamatório e infeccioso, em especial quando na presença de cateter de hemodiálise, pela presença do biofilme que pode resultar em resposta inflamatória, mesmo na ausência de febre, leucocitose ou culturas de sangue positivas (WISH, 2006). O reuso do dialisador capilar também pode ter a presença de biofilme, e isso explicaria a redução da ferritina do uso único (BARRIOS CAMBA et al., 2008; DEWI; SUPRANTI; WIDIANA, 2015; SHAO; WOLFF; ZYDNEY, 2007).

No entanto, essa proposição deve ser considerada com prudência, assim como os demais resultados referente aos parâmetros laboratoriais, pois embora alguns parâmetros

tenham apresentado uma redução estatística significativa quando passou a ser utilizado o dialisador de uso único, é necessário ponderar se clinicamente essa diferença é relevante.

6.2.2 Pirogenia e bacteremia no período de reuso do dialisador e uso único

Pacientes em tratamento de hemodiálise estão predispostos ao risco de infecção pelo efeito de imunossupressores, comorbidades, inadequada alimentação, uso de dispositivo vascular, além do potencial risco de contaminação por microrganismos pelo contato direto ou indireto por meio de dispositivos e equipamentos (FRAM et al., 2009).

A contaminação oriunda da esterilização imprópria ou de soluções contaminadas infundidas na corrente sanguínea do paciente, contendo endotoxinas ou produtos de degradação proteica, desencadeia reações pirogênicas que se apresentam por um conjunto de sinais e sintomas característicos de desaturação de oxigênio, febre, tremores e calafrios (ANDRADE et al., 2009).

No estudo ora apresentado, ao ser analisada a presença de reações pirogênicas nos pacientes em hemodiálise, observou-se que, dos 34 pacientes, 14 (41%) apresentaram sinais e sintomas característicos de reação pirogênica ou bacteremias durante o estudo. Destes, 13 (38%) foram durante o reuso do dialisador. Durante o uso único, três pacientes apresentaram pirogenia, contabilizando três episódios. Dois dos pacientes que exibiram reações pirogênicas no uso único haviam apresentado no reuso, e um paciente apresentou somente no uso único do dialisador, conferindo uma diferença significativa ($p= 0,003$) entre os períodos. Porém, para a análise dos resultados, foi contabilizado o número de pacientes e não dos episódios de pirogenias, o que significa que a diferença do resultado entre os períodos é ainda maior, ou seja, há um menor risco de reações pirogênicas quando utilizado o dialisador de uso único. Edens et al (2015) reforçam os achados do presente estudo ao afirmarem que existe uma associação entre um número maior de reuso do dialisador e ocorrência de reações pirogênicas.

Resultados contrários ao presente estudo foram encontrados por Chuang et al. (2008), que investigaram a existência da qualidade e do custo benefício com a reutilização dos dialisadores, comparando o reuso com o uso único. Sua análise baseou-se em 128,232 sessões de diálise de 822 pacientes, não encontrando nenhuma reação pirogênica no período de 12 meses. No entanto, a média de reuso dos dialisadores era de 2,54 por paciente, um número muito inferior à média de reuso deste estudo e do número máximo preconizado pela legislação brasileira (BRASIL, 2014). Ainda na linha contrária aos resultados ora

apresentados, Manandhar et al.(2009) avaliaram 186 sessões de hemodiálise de 60 pacientes, não encontrando reações febris durante sua análise, tampouco diferença na taxa global de reações pirogênicas quando comparados o reuso do dialisador e o uso único.

Quando analisados os dois períodos do estudo para identificar entre as reações pirogênicas quantas efetivamente foram diagnosticadas como bacteremias, observou-se que dos 22 episódios ocorridos em 14 pacientes, sete apresentaram hemocultura positiva, 6 (18%) pacientes no reuso e 1(3%) no uso único; apesar de haver uma diferença, essa não foi estatisticamente significativa ($p= 0,125$) para a presença da bacteremias, comparando-se os diferentes usos do dialisador. A explicação para esse resultado está na dependência da análise que ocorreu pelo número de pacientes, e não pelo número de reações pirogênicas; assim, pacientes que apresentaram mais que um episódio não foram contabilizados para o cálculo. Salienta-se que, em ambos os períodos, todos os pacientes foram considerados para a análise da confirmação de bacteremias, uma vez que todos estavam expostos à possibilidade de apresentar episódio.

Os pacientes que apresentaram reações pirogênicas ou bacteremias durante o período de uso único do dialisador utilizavam mais cateter venoso central em relação a FAV ($p=0,074$), enquanto que no período de reuso, 9 (69%) utilizavam FAV e 4 (31%) estavam em uso de cateter venoso central. Recentemente, uma coorte de base populacional europeia investigou o risco e casos fatais de infecção da corrente sanguínea entre pacientes crônicos em hemodiálise, durante o período de 1995-2010, e constatou que a criação de uma fístula arteriovenosa foi associada a um menor risco de infecção da corrente sanguínea (DALGAARD et al., 2015).

No Brasil, Fram et al. (2015) avaliaram os fatores de risco para o desenvolvimento de infecções da corrente sanguínea em pacientes submetidos à hemodiálise por meio de estudo caso-controle. Pacientes com cateter venoso central tiveram 11,2 vezes mais chances de desenvolver infecção da corrente sanguínea do que pacientes com FAV (FRAM et al., 2015). A FAV continua a ser a primeira opção de escolha para o tratamento de hemodiálise, em especial pelo menor índice de infecções (SANTORO et al., 2014). Esses dados reforçam os resultados do presente estudo, ao demonstrarem que grande parte dos pacientes que apresentaram bacteremias e pirogenias durante o reuso faziam uso de FAV, sugerindo que os episódios de pirogenia e bacteremias poderiam estar associados ao reuso do dialisador. Além disso, a presença de outro foco de infecção foi confirmada em todos os episódios de pirogenia durante o uso único. Apenas dois pacientes no período de reuso apresentavam outro foco de infecção.

No presente estudo, os microrganismos encontrados nos resultados das amostras sanguíneas dos seis pacientes com hemocultura positiva no período de uso único foi confirmada em apenas um dos três pacientes que apresentaram episódio de calafrio e febre, com a presença de *Escherichia Coli* 1 (3,0 %). Durante o reuso foram *Staphylococcus spcoagulase negativo* e *Staphylococcus aureus* em igual proporção 1 (3%), assim como o *Complexo Burkholderia cepacea* e a *Ralstonia Picketti* 2 (6%) cada.

Recentemente, um estudo avaliou a eficácia dos métodos de reuso manual e automatizado sobre a contaminação microbiana após múltiplos reusos do dialisador. Nesse estudo, os dialisadores foram reutilizados com ácido peracético 0,2% e preenchidos com um fluido de tioglocolatonas nas câmeras de sangue e dialisato; na sequência foram incubados em período de 14 dias, seguido de análise microrbiológica. Das 11 amostras do dialisador reutilizado pelo método automático, 3 (27,3%) apresentaram crescimento de microrganismos nas câmeras de sangue e todas as amostras apresentaram crescimento microbiano no compartimento do dialisato. Das quatro amostras do dialisador reutilizado manualmente, foram encontradas uma amostra (25%) de bactérias gram positivas na câmera de sangue e uma amostra (25%) de *Burkholderia cepacia* na câmera de dialisato. Os autores alertam que os dialisadores reutilizados podem representar riscos de segurança ao paciente pela exposição ao microorganismo, independente do método de reuso empregado (TONIOLO et al., 2016). Esses achados indicam que é importante estar alerta, uma vez que a *Burkholderia cepacia* é um complexo de bactérias que podem ser encontradas no solo e na água, podendo, em serviços de hemodiálise, estar presentes nos reservatórios de água. Da mesma forma, a *Ralstonia pickettii*, que além de ser comum em sistema de água para hemodiálise, pode apresentar-se em fluidos intravenosos, ampolas de medicamentos e associada às membranas do dialisador (TEJERA et al., 2016).

Dessa forma, considera-se o sistema de hemodiálise uma estrutura que funciona como veículo condutor de água, sangue e fluidos dialisadores, mas que também pode transportar microrganismos quando contaminado pelo reuso inadequado dos dialisadores ou pela água que é utilizada para limpeza. Esses microrganismos em contato na corrente sanguínea irão provocar reações pirogênicas ou bacteremias (TONIOLO, 2014).

Na cultura de água durante o período de uso único do dialisador, não foram encontrados registros das culturas. No reuso do dialisador, foi observada a presença de um registro de bactéria heterotrófica (>5700 UFC/ml) pós filtro de hemodiálise, resultado que foi comprovado pela hemocultura sanguínea pelo desenvolvimento do Complexo *Burkholderia cepacea*. Em outro paciente que desenvolveu a bactéria heterotrófica na saída do filtro de

carvão ativado (>5700 UFC/ml), foi confirmado *Staphylococcus aureus* na hemocultura. Nove registros não foram encontrados no sistema e em sete registros de cultura de água não havia presença de microrganismos; estes últimos amparam a opinião de que a água não teve relação com os episódios de bacteremias e pirogenia do presente estudo. Ao menos em nove casos, isso foi comprovado pela cultura negativa.

Quando analisado o uso de antibiótico empírico no presente estudo, verificou-se que o mais utilizado foi vancomicina, e apenas um paciente durante o uso único fez uso do antibiótico após o resultado da hemocultura. Nesse sentido, a prática de reutilização do dialisador é uma preocupação no aumento das taxas de infecção, pois o uso extensivo e às vezes inapropriado dos antibióticos, somado à imunossupressão dos pacientes e à demora do diagnóstico das infecções bacterianas podem culminar na resistência microbiana (GUIMARÃES; MOMESSO; PUPO, 2010).

A reutilização do dialisador é passível de erros, sendo que um único erro no início da técnica da reutilização pode desencadear uma sequência de equívocos (TONIOLO, 2014). Embora a maioria dos tratamentos de hemodiálise ocorra livre de complicações, é importante reconhecer que erros humanos são susceptíveis de ocorrer, seja por falha de protocolo, técnica ou de seguir adequadamente instruções dos fabricantes (DAVENPORT, 2015; DHROLIA et al., 2014).

6.3 CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS DURANTE O REUSO E USO ÚNICO DO DIALISADOR CAPILAR

O custo de reutilizar o dialisador foi de R\$ 23,18 por reuso, enquanto que o custo médio direto com o dialisador de uso único foi de R\$ 39,77, obtendo uma diferença significativa ($p=0,002$) entre o custo do reuso e uso único. Esse valor estimado foi considerado apenas para o emprego do dialisador, e não para a sessão de hemodiálise, a qual requer outros insumos.

Uma meta-análise de 2002 (MANNIS et al., 2002), assim como estudos posteriores desenvolvidos em diferentes centros ao redor do mundo, indicam menor custo do dialisador reutilizado quando comparado ao uso único (AGGARWAL et al., 2012; CHUANG, 2008).

Recentemente, no Paquistão, foi comparado o custo direto da reutilização do dialisador em pacientes renais crônicos em hemodiálise convencional. Os pacientes foram alocados como grupo A (pacientes que estavam em uso único do dialisador) e grupo B (pacientes que reutilizavam o dialisador). Os custos foram comparados por um período de seis meses, e como resultado, foi encontrado um custo médio total dos dialisadores e materiais de consumo

significativamente mais alto no grupo A (uso único) em relação ao grupo B (reuso). Uma economia total de custos diretos de 14,97% foi obtida pela reutilização dos dialisadores por paciente/ sessão (QURESHI et al., 2016). Esses dados estão de acordo com o presente estudo. Contudo, cabe salientar que mesmo que os resultados de forma geral apontem para uma redução dos custos diretos com o reuso, custos como anticoagulante, recursos humanos, hemocultura, culturas de água e antibióticos têm importante redução no uso único. Durante o período de reuso do dialisador, o volume de anticoagulante administrado por sessão de diálise era de 1,6ml (8.000UI) com custo mensal de R\$ 1.285,20, passando para 1,2ml (6.000UI) quando uso único, refletindo em um custo de R\$ 798,66, mesmo após o reajuste do anticoagulante. Comumente, a heparina é o anticoagulante utilizado na hemodiálise, para evitar a formação de coágulos, os quais podem ocorrer pelo contato do sangue com a superfície das membranas e linhas do dialisador. Quando presentes, esses coágulos tendem a aderir nas paredes do dispositivo (NASIRI et al., 2016), impregnando as fibras com consequente perda de seus feixes pela obstrução ou trombose do sistema, muitas vezes sendo necessária a troca do dialisador, acarretando custos adicionais.

Corroborando tais observações, Chuang et al. (2008), ao avaliarem os custos do dialisador, apontaram para uma média de reutilização de 2,54 por pacientes, e mesmo com um baixo reuso, alguns deles tiveram problemas de coagulação nas fibras, necessitando de trocas adicionais de dialisador (CHUANG et al, 2008).

Especula-se que a diálise sem heparina pode ser uma realidade através do uso único, obtida por um alto fluxo de sangue, ultrafiltração menos intensa e identificação de pacientes candidatos a dialisar sem heparina. Tais estratégias poderiam favorecer também a redução de custos quando o dialisador for de uso único (DENNY; GOLPER, 2014).

Uma economia também foi visualizada durante o uso único em relação à mão de obra profissional. Analisando esse item isoladamente, observa-se que durante o reuso seriam gastos R\$ 3.557,25 mensais, valor considerado pelo tempo que o profissional gastaria para o procedimento de 459 reusos dos 34 pacientes ao mês. No entanto, o valor efetivamente pago ao profissional é de acordo com o regime de trabalho da instituição, que estabelece uma jornada de 180 horas mensais a um salário de R\$ 5.580,16, o que equivale dizer que um valor de R\$ 2.000. 91 seriam pagos a esse profissional por horas ociosas, se considerado exclusivo para o reuso. Além disso, o cálculo dos gastos com recursos humanos no presente estudo foi efetuado com base nas horas dispendidas para o reuso, durante os três turnos. Entretanto, mesmo que o profissional realize uma jornada de oito horas diárias, não conseguiria realizar o

reuso nos três turnos, necessitando de outro profissional para completar a jornada, duplicando o custo com essa atividade.

Por outro lado, quando utilizado dialisador de uso único, os custos com recursos humanos para o procedimento inexistem, ou seja, há uma vantagem financeira com a redução de profissionais; somando-se a esse aspecto, há uma menor preocupação com erros humanos pela desinfecção inadequada, erros na rotulagem, armazenamento e instalação do dialisador (UPADHYAY; SOSA; JABER, 2007).

Outro aspecto que chama atenção refere-se ao custo com hemoculturas, culturas de água e uso de antibióticos, que durante o reuso obtiveram um valor maior em relação ao uso único, pelo maior número de reações pirogênicas e bacteremias que ocorreram durante o período de reuso. Vários autores reforçam os potenciais riscos de infecções para o paciente com a reutilização do dialisador (DAVENPORT, 2015; EDENS et al., 2015; TONIOLO et al., 2016).

Um estudo conduzido nos Estados Unidos investigou o surto de infecções bacterianas em pacientes renais crônicos em hemodiálise, em 2011, posterior à notificação da ocorrência de infecção em três pacientes do mesmo centro de diálise. Após revisão dos registros médicos, testes microbiológicos, hemoculturas, culturas ambientais da área de reutilização do dialisador, revisão do histórico do reuso dos dialisadores e levantamento de fichas de diálise, concluíram que a transmissão dos microrganismos ocorreu pela contaminação cruzada, inadequada limpeza e desinfecção dos cabeçalhos do dialisador com anel de vedação (*O-rings*) em sala de reuso (OYONG et al., 2014).

Nesta perspectiva, o abandono da reutilização do dialisador restringiria as ocorrências de infecções, oferecendo maior segurança ao paciente; no entanto, a barreira com o acréscimo nos custos limita essa escolha em muitos centros (CHUANG et al, 2008) somados a outras observações, como o aumento do descarte de resíduos sólido de serviço de saúde RSS (DENNY; GOLPER, 2014).

Ao comparar os custos com descarte de RSS, entre os dois períodos, observa-se que há um aumento significativo de valores quando utilizado o dialisador de uso único. No presente estudo, o valor médio mensal do descarte do dialisador de uso único foi de R\$ 1.018,98, referente a 550,8Kg de lixo gerado ao mês do tipo A4 (BRASIL, 2004b), enquanto que reutilizando o dialisador o valor médio foi de R\$ 101,90. Grande parte das instituições paga por peso do lixo coletado; assim, o número de dialisadores descartados e suas embalagens representam um custo adicional. Somado ao custo com esse material existe a questão ambiental, pois em alguns locais o RSS ainda é desprezado em aterros sanitários,

contaminando lençóis de água e ambiente próximos. Quando incinerado é possível produzir eletricidade, embora a poluição atmosférica esteja associada (DENNY; GOLPER, 2014).

Quando reutilizado o dialisador, os danos ambientais não deixam de existir, apenas apresentam impactos menos visíveis em curto prazo, ou menos debatidos, a exemplo do consumo de água para a limpeza do dialisador, que é elevada. Calcula-se que, para tratamento de diálise convencional de quatro horas, três vezes na semana sejam consumidos aproximadamente 18.000 litros de água por paciente, e destes, um quarto é descartado em forma de rejeito (MACHADO et al., 2014).

Embora o país possua grandes mananciais de água doce, o desperdício dessa fonte natural pode trazer sérios impactos em um futuro próximo. Em 2010, aproximadamente 105.000 pacientes realizavam tratamento de hemodiálise, consumindo ao ano em torno de 17 milhões de litros de água potável (MACHADO et al., 2014). Ao considerar-se que entre os anos de 2011-2014 houve tendência no aumento das taxas de incidência e prevalência do número de pacientes em diálise (SESSO et al., 2016), o consumo de água potável irá aumentar se medidas não forem planejadas. A água é um recurso vital para os pacientes em hemodiálise, mas mínima atenção a este recurso natural tem sido pensada pelos centros de hemodiálise, que além de consumirem de forma desajustada, ainda contribuem com a contaminação por produtos químicos necessários para a reutilização, que apresentam potenciais danos ambientais (DENNY; GOLPER, 2014).

Um estudo brasileiro avaliou o potencial do efeito poluente de efluentes oriundos da hemodiálise, quantificando-os por bioensaio, e aponta que efluentes de hemodiálise são potenciais fontes de contaminação quando descartados diretamente no ambiente, pois o tratamento de esgoto é ineficaz na eliminação de bactérias resistentes a antibióticos (MACHADO et al., 2014). No presente estudo, os efluentes originários do tratamento de hemodiálise tinham como destino final o esgoto público.

Apesar de a hemodiálise ser um dos tratamentos de saúde que mais consomem água e recursos naturais, até o momento, há uma escassez de relatórios e publicações sobre o impacto ambiental (AGAR, 2010), consumo de materiais descartáveis, água e energia elétrica (SCHLESER; FLENCK; TSOBANELIS, 2016). Nesta tese, optou-se por não mensurar a energia elétrica empregada para o reuso do dialisador, uma vez que esse era realizado manualmente e a bomba para o preenchimento do sistema com proxitane havia sido confeccionada com materiais reciclados, utilizando motor de baixa corrente, aproximadamente 0,5 A (*Ampères*), consumo insignificante para questão de cálculo.

A utilização do dialisador de uso único traz impacto no aumento dos custos e danos ao meio ambiente pelo descarte. Por outro lado, o dialisador reutilizado traz riscos potenciais aos pacientes e contribui com o consumo e degradação de recursos hídricos. Uma alternativa para frear os custos das unidades de diálise com os gastos empregados para a aquisição dos dialisadores seria reduzir gastos em outras frentes de consumo. A diálise ecológica, sustentável e de baixo custo é uma tendência que países europeus e australianos têm defendido nos últimos anos; esse recurso busca a redução do consumo de água por meio de sua reutilização e redução de energia pela produção de energia solar (AGAR, 2010; SCHLESER; FLENCK; TSOBANELIS, 2016)

Essas medidas podem estimular o uso mais sábio dos recursos auxiliando na prática de gestão de custos, uma vez que a hemodiálise continua sendo a principal modalidade de tratamento para os pacientes renais crônicos (KLARENBACH et al., 2014).

No Brasil, em torno de 83,9% da terapia de hemodiálise convencional é custeada pelo SUS. Apenas 16,1% são mantidos por planos de saúde privados (SESSO et al., 2014), sendo que o pagamento via sistema suplementar é mais destinado a pacientes de diálise diária. Em junho de 2014, o total estimado de pacientes em diálise foi de 112,004, e entre os prevalentes 91% estavam em hemodiálise (SESSO et al., 2016), o que representa um aumento da carga de terapia de diálise nos orçamentos de saúde. A crescente demanda pela terapia não acompanha os repasses destinados à sua efetivação, existindo uma defasagem do teto orçamentário. Conforme Portaria nº 165 de 7 de março de 2012, o valor da remuneração dos procedimentos de Terapia Renal Substitutiva na modalidade hemodiálise – de acordo com a tabela dos Sistemas de Informações Ambulatorial e Hospitalar do Sistema Único de Saúde – foi alterado de R\$155,00 para R\$ 170,00 a pacientes com sorologias negativas (brancos), e R\$ 229,79 para pacientes com HIV (BRASIL, 2012b).

Em 2013 ocorreu acréscimo de 5%, índice inferior à inflação do período, passando a um valor de R\$ 179,03 a sessão, em pacientes com sorologias negativas, com valor de R\$ 265,77 para pacientes com HIV (BRASIL, 2013). A partir de então, não houve mais reajustes. Os repasses de valores são de acordo com o teto estipulado para região de cobertura da instituição. O SUS repassa um valor equivalente a três sessões semanais por paciente, e até três sessões extras quando necessário. Nos casos excedentes, o custo do procedimento fica sob a responsabilidade do centro de diálise (SPINOLA; OLIVEIRA; SCHUENGUE, 2008).

Embora o ressarcimento de valores tenha como base procedimentos de hemodiálise ambulatorial, também passa a ser considerado nos casos em que o paciente necessita de internações clínica ou Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Nesses casos, o custo da sessão de

diálise ultrapassa o repasse financeiro. Um estudo do custo direto médio total de hemodiálise convencional, realizada por técnicos de enfermagem a pacientes com lesão renal aguda em UTI, mensurou o custo da mão de obra direta, materiais, soluções e medicamentos. Os resultados foram um custo direto médio total de R\$ 434,83 por sessão de hemodiálise (HSIAO; LIMA, 2015). Porém, para esse cálculo, não foram computados os custos procedentes da reutilização do dialisador.

A demanda crescente da terapia exige uma enorme carga financeira sobre o sistema de saúde, colocando em risco a sustentabilidade do já limitado orçamento disponível para o tratamento (LI, 2011). Dessa forma, um item econômico e financeiro a ser considerado para subsidiar o ressarcimento de valores passa a ser custo dos serviços e dos insumos utilizados.

No presente estudo, o comportamento do custo direto com o dialisador também foi observado ao longo dos seis meses no uso único, encontrando um custo médio de R\$ 108.307,86, enquanto que no reuso do dialisador o valor foi de R\$ 63.861,18. Durante o período de reuso, observou-se uma oscilação de valores entre os meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013 com aumento nos custos, justificado pelo maior número de episódios de reações pirogênicas e bacteremias ocorridas nesse período, com consequente demanda de exames laboratoriais e emprego de antibioticoterapia. Observa-se que essa variação sazonal ocorreu nos meses em que a temperatura é mais elevada, sugerindo uma possível associação. Segundo a literatura, o clima quente traz preocupação em reutilizar os dialisadores pelos riscos de infecções (AGGARWAL et al., 2012), que além de causar danos ao paciente, reflete em maior gasto para a detecção e tratamento.

Ao compararem-se os custos indiretos entre o dialisador de uso único e o reutilizado, foi demonstrado um maior custo quando reutilizado o dialisador, impactado pelos custos indiretos dos medicamentos utilizados pelos profissionais e os encargos salariais sobre os afastamentos por doenças osteomusculares e alergias. Reitera-se que o custo com medicamentos durante o reuso superou os custos do uso único em uma escala de 300%, embora não exista diferença estatística entre os períodos.

Do ponto de vista econômico, a reutilização do dialisador foi favorável para os custos diretos; em contrapartida, para os custos indiretos apresentou-se mais oneroso. A reutilização do dialisador pode oferecer benefícios econômicos, como também proporcionar certas armadilhas no que se refere aos riscos para o paciente (RANASINGHE et al., 2011) à equipe de enfermagem.

Por outro lado, observa-se que nos últimos anos houve uma tendência na redução dos preços dos hemodialisadores de uso único, e se esta tendência continuar, talvez a economia

com a reutilização passe a ser insignificante em um futuro próximo. Somados a essa observação, e considerando os riscos que a reutilização traz para o paciente e equipe de enfermagem, cabe aos gestores de saúde a decisão de permanecerem com a reutilização dos dialisadores ou se optarão pela segurança do paciente e equipe de saúde aderindo à prática do uso único. Centros que já praticam a reutilização devem levar em consideração tais premissas, e em centros que estão iniciando as atividades, a reutilização pode não ter impacto na redução de custos, uma vez que despesas adicionais com estrutura física de sala de reuso e treinamentos de equipe para atuar neste espaço podem ser mais elevadas a curto prazo (DENNY; GOLPER, 2014).

Finalmente, os resultados do presente estudo podem ser interpretados com cautela, primeiramente, por se tratar de dados secundários, passíveis de fatores de confusão; em segundo, porque o estudo foi realizado em um único centro. Diferentes programas podem sofrer variações em seus custos dependendo da instituição, conforme sua regionalização, contrato licitatório e salário dos profissionais. Em terceiro lugar, a análise de custo direto e indireto avalia apenas os insumos fundamentais para execução da prática da reutilização, não levando em conta elementos que compõem uma análise de custo completa, a qual é fortemente recomendada.

6.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

As limitações que merecem destaque referem-se à coleta de dados retrospectivos em prontuários, tais como poucas informações descritas nas evoluções dos prontuários dos profissionais e registros incompletos de exames laboratoriais dos pacientes.

Durante a coleta do estudo, as fichas de registro do controle do número de reuso do dialisador encontravam-se arquivadas em depósito, sem sequência de ordem e datas, não sendo possível encontrar de todos os pacientes, impossibilitando investigar o número de reuso do dialisador no momento da pirogenia.

Na ocasião da coleta de dados não existia o reuso, dificultando o cálculo do volume de água utilizado em cada procedimento e inviabilizando a obtenção da energia elétrica consumida.

7 CONCLUSÕES

A prática do reuso do dialisador esteve associada a distúrbios osteomusculares, irritação ocular e dermatoses nos profissionais que realizaram o reuso do dialisador capilar. O uso de medicamentos pelos profissionais nesse período foi superior em comparação ao uso único. Os afastamentos do trabalho foram semelhantes nos dois períodos analisados.

Os parâmetros hemodinâmicos e volêmicos foram semelhantes nos dois tipos de dialisadores. Durante o período de uso único os valores de uréia pós diálise, creatinina, fósforo, ferritina, hematócrito e hemoglobina foram estatisticamente menores quando comparados ao período em que o dialisador foi reutilizado; da mesma forma, houve menor risco de episódios de reação pirogênica e bacteremias. Os antibióticos utilizados a maioria foi de forma empírica, apenas um paciente utilizou após confirmação de hemocultura no período de reuso. Quanto aos custos, o reuso do dialisador obteve benefícios adicionais significativos em relação aos custos diretos e não houve diferença significativa para os custos indiretos.

7.1 IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA CLÍNICA

7.1.1 Para a prática clínica

Os achados da presente pesquisa contribuem para que os centros de diálise com perfil semelhante ao cenário de desenvolvimento aqui descrito e que desenvolvem a técnica de reuso possam refletir sobre os resultados e, conseqüentemente, discutir alternativas para minimizar riscos potenciais à saúde dos profissionais.

Os resultados sobre os desfechos clínicos sugerem um efeito protetor ao paciente no que se refere às reações de pirogenias e bacteremias e maior remoção de solutos de baixo peso molecular, quando utilizado o capilar de uso único.

Por fim, informam aos gestores de saúde sobre os custos diretos e indiretos dos dois métodos.

7.1.2 Para a pesquisa em enfermagem

Os resultados deste estudo representam um acréscimo ao conhecimento atual sobre o tema, tanto no nível nacional como internacional. Estudos prospectivos são altamente

recomendados para permitir que essas informações sejam confirmadas ou refutadas, além de pesquisas que abordem a temática da saúde do trabalhador em serviço de hemodiálise.

Recomenda-se que pesquisas futuras devem concentrar seus esforços nas consequências ambientais da diálise, com meta à redução dos impactos originados pelos resíduos gerados do uso único ou reuso, e explorar formas concretas da redução de custos por meio da redução dos danos ao ambiente ou de outras frentes que contraponham os custos diretos do uso único.

REFERÊNCIAS

- ABEL, John J.; ROWNTREE, L. G.; TURNER, B. B. On the removal of diffusible substances from the circulating blood by means of dialysis. **Transfus. S.Cc.**, Boston, v. 2, no. 11, p. 161-177, 1990.
- ABENSUR, Hugo et al. Deficiência de ferro na doença renal crônica. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 95-98, jun. 2010.
- ABREU, Mirhelen Mendes de et al. A cost evaluation of peritoneal dialysis and hemodialysis in the treatment of end-stage renal disease in São Paulo, Brazil. **Peritoneal Dialysis International: journal of the international society for peritoneal dialysis**, Ontário, v. 33, no. 3, p. 304-315, May/Jun. 2013.
- AGAR, John W. M. Conserving water in and applying solar power to haemodialysis: 'green dialysis' through wiser resource utilization. **Nephrology**, Victória, v. 15, no. 4, p. 448-453, 2010.
- AGGARWAL, H. K. et al. Effect of dialyser reuse on the efficacy of haemodialysis in patients of chronic kidney disease in developing world. **J. Int. Med Sci Acad.**, New Delhi, v. 25, no. 2, p. 81-83, Apr./June 2012.
- ALASHEK, Wiam A.; MCINTYRE, Christopher W.; TAAL, Maarten W. Epidemiology and aetiology of dialysis-treated end-stage kidney disease in Libya. **BMC Nephrology**, London, v. 13, no. 1, p. 1, June 2012.
- ALCHORNE, Alice de Oliveira de Avelar; ALCHORNE, Maurício Mota de Avelar; SILVA, Marzia Macedo. Dermatoses ocupacionais. **An. Bras. Dermatol.**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 2, p. 137-147, 2010.
- ALLON, Michael. Treatment guidelines for dialysis catheter-related bacteremia: an update. **Am. J. Kidney Dis.**, Philadelphia, v. 54, no. 1, p. 13, July 2009.
- ANDRADE, Mônica Vieira Athanazio de et al. Busca ativa de possíveis causas de pirogenia em pacientes submetidos a procedimentos coronários diagnósticos e terapêuticos. **Rev. Bras. Cardiol. Invasiva**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 234-238, 2009.
- ARAUJO, Maria Rita Elmor de. Hemocultura: recomendações de coleta, processamento e interpretação dos resultados. **Journal of Infection Control**, Santa Cruz do Sul, v. 1, n. 1, p. 8-19, 2012. Disponível em: <<http://jic.abih.net.br/index.php/jic/article/view/12>>. Acesso em: 24 out. 2016.
- ARAUJO, M. T. et al. Impacto do reuso sobre a adequação da hemodiálise analisada pelo Kt/V. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 400-405, 1998.
- ARCHIBALD, Lennox K.; JARVIS, William R. Health care-associated infection outbreak investigations by the Centers for Disease Control and Prevention, 1946-2005. **American Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 174, no. 11, p. S47-S64, Dec. 2011.

ARGYROPOULOS, Christos et al. Dialyzer reuse and outcomes of high flux dialysis. **PloS one**, San Francisco, v. 10, no. 6, p. e0129575, June 2015.

BARBOSA, Genesis de Souza; GUIMARÃES, Raphael Mendonça; STIPP, Marlucci Andrade Conceição. Série histórica de custos com terapia de substituição renal no município do Rio de Janeiro (1995-2009). **Esc. Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 322-327, 2013.

BARRETO, Fellype Carvalho et al. The quest for a better understanding of chronic kidney disease complications: an update on uremic toxins. **J. Bras. Nefro**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 221-235, jun. 2014.

BLAGG, Christopher R. The early history of dialysis for chronic renal failure in the United States: a view from Seattle. **American Journal of Kidney Diseases**, Philadelphia, v. 49, no. 3, p. 482-496, March 2007.

BATLOUNI, Michel. Anti-inflamatórios não esteroides: efeitos cardiovasculares, cerebrovasculares e renais. **Arq. Bras. Cardiol.**, São Paulo, v. 94, n. 4, p. 556-563, abril 2010.

BARRIOS CAMBA, Joanchín et al . Eficacia del reuso en hemodiálisis con dializadores de bajo y alto flujo. **Rev. Cubana Med.**, Ciudad de la Habana , v. 47, no. 1, Mar. 2008.

BEVILACQUA, José Luís et al. Comparison of trisodium citrate and heparin as catheter-locking solution in hemodialysis patients. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 86-92, mar. 2011.

BELL, R. P.; FIGUEROA, J. E. Haemodialysis cost reduction by artificial kidney storage: a simple effective technique for re-use of coil kidneys. **Br. Med. J.**, Reino Unido, v. 1, no. 5699, p. 788-789, Mar. 1970.

BELLORIN-FONT, Ezequiel et al. Guías de práctica clínica para la prevención, diagnóstico, evaluación y tratamiento de los trastornos minerales y óseos en la enfermedad renal crónica (TMO-ERC) en adultos. **Nefrología**, Madrid, v. 33, supl.1, p. 1-28, 2013.

BOND, T. Christopher et al. Dialyzer reuse with peracetic acid does not impact patient mortality. **Clin. J. Am. Soc. Nephrol.**, Washington, v. 6, no. 6, p. 1368-1374, June 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de tecnovigilância**: abordagens para a vigilância sanitária de produtos para a saúde comercializados no Brasil. Brasília: Anvisa, 2010.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada [RDC] n. 154, de 15 de junho de 2004. Estabelece o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jun. 2004a. Seção 1, p. 1.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada [RDC] n. 306, de 7 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2004b. Seção 1, p. 1.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada [RDC] n. 11, de 13 de março de 2014. Dispõe sobre os requisitos de boas práticas de funcionamento para os serviços de diálise e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 mar. 2014. Seção 1, p. 1.

_____. Resolução da Diretoria Colegiada [RDC] n. 33, de 3 de junho de 2008. Dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos sistemas de tratamento e distribuição de água para hemodiálise no sistema nacional de vigilância sanitária. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jun. 2008. Seção 1, p. 1.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos. **Lista de preços**. Brasília: Anvisa, 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/cmmed>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

_____. Resolução da Diretoria Colegiada [RDC] n. 31, de 4 de junho de 2011. Dispõe sobre a indicação de uso dos produtos saneantes na categoria "esterilizante", para aplicação sob a forma de imersão, a indicação de uso de produtos saneantes atualmente categorizados como "Desinfetante Hospitalar para Artigos Semicríticos" e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 jul. 2011. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria no 82/GM, em 03 de janeiro de 2000. Estabelece o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise e as normas para cadastramento destes junto ao Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jan. 2000. Seção 1, p. 1.

_____. Ministério da Saúde. Departamento Nacional de Auditoria do SUS. Coordenação de Sistemas de Informação. Portaria nº 2.042, de 11 de outubro 1996. Terapia Renal Substitutiva. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 out. 1996a. Seção 1, p. 1.

_____. Ministério da Saúde. Portaria no 2.203, de 05 de novembro de 1996. Aprova a Norma Operacional Básica do Sistema Único de Saúde NOB-SUS 01/96. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, v. 134, n. 216, 06 nov. 1996b. Seção 1, p. 22932-22940.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Dermatoses ocupacionais**: manual técnico. Brasília: MS, 2006.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Corrente sanguínea**: critérios nacionais de infecções relacionadas à assistência à saúde. Brasília: Anvisa, 2009.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Dor relacionada ao trabalho**: lesões por esforços repetitivos (LER), distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (Dort). Protocolo de Complexidade Diferenciada. Brasília: MS, 2012.

_____. Ministério da Saúde. Portaria, n. 165, de 07 de março de 2012. Legislações – GM. Alterar os valores de remuneração dos procedimentos de terapia renal substitutiva. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 mar. 2012b. Seção 1, p. 1

_____. Ministério da Saúde. Portaria n. 1.331, de 27 de novembro 2013. Altera valores de remuneração e inclui procedimentos de terapia renal substitutiva na tabela de procedimentos, medicamentos, órteses, próteses e materiais especiais do Sistema Único de Saúde (SUS). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 dez. 2013. Seção 1, p. 272 2013.

BREITSAMETER, Guilherme; FIGUEIREDO, Ana Elizabeth Prado de Lima; KOCHHANN, Daiana Saute. Cálculo de Kt/V em hemodiálise: comparação entre fórmulas. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, vol. 34, n. 1, p. 22-26, jan./mar. 2012.

BUENO, Cristiane Schmalz; FRIZZO, Matias Nunes. Anemia in chronic kidney disease in a Hospital in the Northwest region to the State of Rio Grande do Sul. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 304-314, jul./set. 2014.

BUZZO, Márcia Liane et al. A importância de programas de monitoramento da qualidade da água para diálise na segurança dos pacientes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 01-06, 2010.

CAMERON, J. Stewart. Practical haemodialysis began with cellophane and heparin: the crucial role of William Thalhimer (1884–1961). **Nephrology Dialysis Transplantation**, London, v. 15, no. 7, p. 1086-1091, July 2000.

CAPLIN, Ben; KUMAR, Sanjeev; DAVENPORT, Andrew. Patients' perspective of haemodialysis-associated symptoms. **Nephrology Dialysis Transplantation**, London, p. gfg763, Aug. 2011.

CARVALHO, Maria Virgínia de et al. The influence of hypertension on quality of life. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 100, n. 2, p. 164-174, fev. 2013.

CASSINI, Amanda Viera et al. Avaliação dos principais fatores etiológicos em indivíduos portadores de insuficiência renal crônica em hemodiálise. **Com. Scientiae Saúde**, São Paulo, v. 9, n. 3, set. 2010.

CHERCHIGLIA, Mariangela Leal et al. Perfil epidemiológico dos pacientes em terapia renal substitutiva no Brasil, 2000-2004. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 639-649, ago. 2010.

CHUANG, Feng-Rong et al. A quality and cost-benefit analysis of dialyzer reuse in hemodialysis patients. **Renal failure**, New York, v. 30, no. 5, p. 521-526, 2008.

CHUNG, Yueh-Chin et al. Risk of musculoskeletal disorder among Taiwanese nurses cohort: a nationwide population-based study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 14, no. 1, p. 144, Apr. 2013.

CORNELIS, Tom et al. Acute hemodynamic response and uremic toxin removal in conventional and extended hemodialysis and hemodiafiltration: a randomized crossover study. **Am. J. Kidney Dis.**, Philadelphia, v. 64, no. 2, p. 247-256, Aug. 2014.

COSTA, Eliana Auxiliadora Magalhães; COSTA, Ediná Alves. Reprocessamento de produtos médicos: da política regulatória à prática operacional. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 12, p. 4787-4794, dez. 2011.

COSTA, Taiza Florêncio; FELLI, Vanda Elisa Andrés. Exposição dos trabalhadores de enfermagem às cargas químicas em um hospital público universitário da cidade de São Paulo. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 4, p. 501-508, 2005.

COSTA, Romanniny Hévillyn Silva et al. Complicações em pacientes renais durante sessões hemodialíticas e intervenções de enfermagem. **Rev. Pesqui. Cuid. Fundam.**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 2137-2146, ago. 2015.

COSTA, Patrícia Bezerra; VASCONCELOS, Karla Fabiana da silva; TASSITANO, Rafael Miranda. Qualidade de vida: pacientes com insuficiência renal crônica no município de Caruaru, PE. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 23, n. 3, set. 2010.

COULLIETTE, Angela D.; ARDUINO, Matthew J. Hemodialysis and water quality. **Seminars in dialysis**, Cambridge, v. 26, no. 4, p. 427-438, 2013.

CUPPARI, Lilian; KAMIMURA, Maria Ayako. Avaliação nutricional na doença renal crônica: desafios na prática clínica. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 28-35, 2009.

CUSTÓDIO, Melani Ribeiro et al. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para o tratamento do hiperparatireoidismo secundário em pacientes com doença renal crônica. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 308-322, dez. 2013.

DALGAARD, Lars Skov et al. Risk and prognosis of bloodstream infections among patients on chronic hemodialysis: A population-based cohort study. **PloS one**, San Francisco, v. 10, no. 4, p. e0124547, 2015.

DAMASIEWICZ, M. J.; POLKINGHORNE, K. R; KERR, P. G .Water quality in conventional and home haemodialysis. **Nature Reviews Nephrology**, London, v. 8, no. 12, p. 725-734, Dec. 2012.

DANESE, Mark D. et al. Refining the definition of clinically important mineral and bone disorder in hemodialysis patients. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v. 30, no. 8, p.1336–1344, Aug. 2015.

DAVENPORT, Andrew. Complications of hemodialysis treatments due to dialysate contamination and composition errors. **Hemodialysis International**, Milton, v. 19, no. 3, p. S30-S33, Oct. 2015.

DAUGIRDAS, John T. et al. Improved equation for estimating single-pool Kt/V at higher dialysis frequencies. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v. 28, no. 8, p. 2156-2160, Aug. 2013.

DELTOMBE, Olivier et al. Exploring protein binding of uremic toxins in patients with different stages of chronic kidney disease and during hemodialysis. **Toxins**, v. 7, no. 10, p. 3933-3946, Oct. 2015.

DENNY, Gerald B.; GOLPER, Thomas A. Does hemodialyzer reuse have a place in current ESRD care: "To be or not to be"? **Seminars in Dialysis**, London, v. 27, no. 2, p. 225–258, 2014.

DEWI, Ni Made Amelia R.; SUPRAPTI, Budi; WIDIANA, I. Gde Raka. Effect of dialyzer reuse upon urea reduction ratio (URR), KT/V urea and serum albumin in regular hemodialysis patient. **Indonesian Journal of Pharmacy**, Yogyakarta, v. 25, no. 3, p. 166, 2015.

DHROLIA, Murtaza F. et al. Dialyzer reuse: justified cost saving for South Asian region. **J. Coll. Physicians Surg. Pak.**, Pakistan, v. 24, p. 591-596, Aug. 2014.

DISSEN, Caliandra Marta et al. Caracterização do absenteísmo-doença em trabalhadores de enfermagem de um serviço de hemodiálise. **Rev. Enferm UFPE**, Recife, v. 8, n. 2, fev. 2014.

DOS ANJOS CORREA, Renata; DE OLIVEIRA SOUZA, Norma Valéria Dantas. Occupational risks faced by the nursing worker in a unit of hemodialysis. **Revista de Pesquisa: cuidado é fundamental**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 4, p. 2755-2764, out./dez. 2012.

DUARTE, Adriana Fernandes et al. Fatores de riscos para distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho-DORT em profissionais de enfermagem. **Rev. Pesq.: cuidado é fundamental**, Rio de Janeiro, p. 53-56, jan./mar. 2012.

EDENS, Chris et al. Gran-negative bacteria outbreak and dialyzer reuse California, 2013-2014. **American Journal of Kidney Diseases**, Philadelphia, v. 65, no. 4, p. A32, Apr. 2015.

EKNOYAN Garabed. The wonderful apparatus of john jacob abel called the "artificial kidney". **Seminars in Dialysis**, London, v.22, no. 3, p. 287–296, May/June 2009.

ESMANHOTO, Cibele Grothe et al. Microrganismos isolados de pacientes em hemodiálise por cateter venoso central e evolução clínica relacionada. **Acta Paul. Enferm.**, São Paulo , v. 26, n. 5, p. 413-420, 2013.

FAN, Qiao et al. Reuse-associated mortality in incident hemodialysis patients in the United States, 2000 to 2001. **American Journal of Kidney Diseases**, Philadelphia, v. 46, no. 4, p. 661-668, Oct. 2005.

FERNANDEZ CASTILLO, Rafael; FERNANDEZ GALLEGOS, Ruth. Evolución del estado nutricional en pacientes en hemodiálisis durante 4 años de seguimiento. **ALAN**, Caracas, v. 61, no. 4, p. 376-381, 2011 .

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Manuel et al. Trastornos musculoesqueléticos en personal auxiliar de enfermería del Centro Polivalente de Recursos para Personas Mayores" Mixta" de Gijón-CPRPM Mixta. **Gerokomos**, Barcelona, v. 25, no. 1, p. 17-22, Mar. 2014

FORD, LL.; WARD, RA; CHUENG, AK. A escolha da membrana de hemodiálise. In: HENRICH, Willian L. (Org.) **Princípios e prática de hemodiálise**. 4. ed. Rio de Janeiro: DI LIVROS, 2011. p. 3–13.

FRAM, Dayana et al. Risk factors for bloodstream infection in patients at a Brazilian hemodialysis center: a case-control study. **Bmc Infectious Diseases**, v. 15, no. 158, p. 1, Mar. 2015.

_____ et al. Prevenção de infecções de corrente sanguínea relacionadas a cateter em pacientes em hemodiálise. **Acta Paul. Enferm.**, São Paulo, v. 22, p. 564-568, 2009.

FRANCO PÉREZ, Neobalis; RODRÍGUEZ HUNG, Sinuhe; TELEMAQUE, Henry. Comportamiento de las fístulas arteriovenosas para hemodiálisis en pacientes con insuficiencia renal crónica. **Revista Cubana de Angiología y Cirugía Vascular**, La Habana, v. 16, no. 1, p. 3-8, 2015.

FREITAS, Jonathan S. de et al. Evaluation of clinical and laboratory variables associated with anemia in pediatric patients on hemodialysis. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 91, n. 1, p. 87-92, jan./fev. 2015.

FROTA, Oleci Pereira; BORGES, Nájla Moreira Amaral. Complicações crônicas relacionadas ao tratamento hemodialítico em hipertensos: revisão integrativa. **Rev. Pesqui.: cuid. fundam.**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 3828-3836, abr./jun. 2013.

FYSARAKI, Maria et al. Incidence, clinical, microbiological features and outcome of bloodstream infections in patients undergoing hemodialysis. **Int. J. Med. Sci**, v. 10, no. 12, p. 1632-1638, set. 2013.

GALVAO, Tais Freire et al. Dialyzer reuse and mortality risk in patients with end-stage renal disease: a systematic review. **American Journal of Nephrology**, Boston, v. 35, no. 3, p. 249-258, 2012.

GLORIEUX, Griet; TATTERSALL, James. Uraemic toxins and new methods to control their accumulation: game changers for the concept of dialysis adequacy. **Clinical Kidney Journal**, Oxford, v. 8, no. 4, p. 353-362, Aug. 2015.

GRACIA-IGUACEL, Carolina et al. Defining protein-energy wasting syndrome in chronic kidney disease: prevalence and clinical implications. **Nefrologia**, Madrid, v. 34, no. 4, p. 507-19, Apr. 2014.

GUIMARÃES, Denise Oliveira; MOMESSO, Luciano da Silva; PUPO, Mônica Tallarico. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, no. 3, p. 667-679, 2010.

HIMMELFARB, Jonathan; IKIZLER, Alp. Medical progress hemodialysis. Review article. **New Eng. J. Med.**; v. 363, no. 19, p. 1833-1845, Nov. 2010.

HEAF, James G.; WEHBERG, Sonja. Reduced incidence of end stage renal disease among the elderly in Denmark: an observational study. **BMC Nephrology**, London, v. 13, no. 1, p. 1, Oct. 2012.

HOEFEL, Heloisa Helena Karnas; LAUTERT, Liana; FORTES, Caroline Vieira. Riscos ocupacionais no processamento de sistemas de hemodiálise. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, Goiânia, vol. 14, n. 2, p. 286-295, 2012.

HOLT, Robert J.; TAIWO, Tolu; KENT, Jeffrey D. Bioequivalence of diclofenac sodium 2% and 1.5% topical solutions relative to oral diclofenac sodium in healthy volunteers. **Postgraduate Medicine**, London, v. 127, no. 6, p. 581-590, Aug. 2015.

HSIAO, Jony; LIMA, Antônio Fernandes Costa. Custo direto da hemodiálise em unidade de terapia intensiva adulto. **Cogitare Enfermagem**, Curitiba, v. 20, n. 4, out/dez. 2015.

HULLEY, Stephen Bet al. **Delineamento de pesquisa clínica**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

JÚNIOR OLIVEIRA et al. Inflammation and poor response to treatment with erythropoietin in chronic kidney disease. **J. Bras. Nefrol**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 255-263, 2015.

KARINO, Marcia Eiko. **As causas de morte dos enfermeiros**: uma revisão sistemática. 2012. 165 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Faculdade de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

KARWOWSKI, Wojciech et al. The mechanism of vascular calcification—a systematic review. **Medical Science Monitor**, Smithtown, v. 18, no. 1, p. RA1-RA11, 2011.

KERR, Marion et al. Estimating the financial cost of chronic kidney disease to the NHS in England. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, p. gfs269, Oct. 2012.

KERR, Peter G.; TOUSSAINT, Nigel D. KHA-CARI guideline: dialysis adequacy (haemodialysis): dialysis membranes. **Nephrology**, Carlton, v. 18, no. 7, p. 485-488, 2013.

KETTELER, Markus; WÜTHRICH, Rudolf P.; FLOEGE, Jürgen. Management of hyperphosphataemia in chronic kidney disease—challenges and solutions. **Clinical Kidney Journal**, London, p. sfs173, Jan. 2013.

KLARENBACH, Scott et al. Economic evaluation of dialysis therapies. **Nature Reviews Nephrology**. London, v. 10, no. 11, p. 644–652, Nov. 2014.

KIRSZTAJN, Gianna Mastroianni et al. Fast reading of the KDIGO 2012: guidelines for evaluation and management of chronic kidney disease in clinical practice. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, 36, n. 1, p. 63-73, jan./mar. 2014.

KOO, Hyang Mo et al. The relationship of initial transferrin saturation to cardiovascular parameters and outcomes in patients initiating dialysis. **PloS one**, San Francisco, v. 9, no. 2, p. e87231, Feb. 2014.

KOLFF, W. J. et al. The artificial kidney: a dialyser with a great area. **Acta Medica Scandinavica**, Scandinavica, v. 117, no. 2, p. 121-134, Dec. 1944.

KULATILAKE, A. E.; VICKERS, J.; SHACKMAN, R. Clinical evaluation of a disposable artificial kidney. **Br. Med. J.**, London, v. 3, no. 5668, p. 447-449, Aug. 1969.

LACSON, Eduardo; LAZARUS, J. Michael. Unresolved Issues in dialysis: dialyzer best practice: single use or reuse? **Seminars in Dialysis**. New Orleans, v. 19, no. 2, p. 120-128, Mar. 2006.

LACSON, Eduardo et al. Abandoning peracetic acid-based dialyzer reuse is associated with improved survival. **Clin. J. Am. Soc. Nephrol.**, Washington, v. 6, no. 2, p. 297-302, 2011.

LELIS, Cheila Maíra et al. Work-related musculoskeletal disorders in nursing professionals: an integrative literature review. **Acta Paul. Enferm**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 477-482, 2012.

LEONARDI, Andrea et al. Ocular allergy: recognizing and diagnosing hypersensitivity disorders of the ocular surface. **Allergy**, Copenhagen, v. 67, no. 11, p. 1327-1337, 2012.

LI, Philip Kam-Tao et al. Increasing home-based dialysis therapies to tackle dialysis burden around the world: A position statement on dialysis economics from the 2nd Congress of the International Society for Hemodialysis. **Hemodialysis International**, Milton, v. 15, no. 1, p. 10-14, Jan. 2011.

LIGHT, P. D. Reutilização de membranas de hemodiálise na terapia dialítica crônica. In: HENRICH, Willian L. (Ed.). **Princípios e prática de hemodiálise**. 4. ed. Rio de Janeiro: DI LIVROS, 2011. p. 15-27.

LIU, Catherine et al. Clinical practice guidelines by the infectious diseases society of america for the treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in adults and children. **Clinical Infectious Diseases**, Chicago, v. 52, no. 3, p. e18-e55, 2011.

LOWRIE, Edmund G. et al. Reprocessing dialysers for multiple uses: recent analysis of death risks for patients. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v. 19, no. 11, p. 2823-2830, 2004.

LOCATELLI, Francesco; CANAUD, Bernard. Dialysis adequacy today: a European perspective. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v. 27, no. 8, p. 3043-3048, 2012.

LORENZO, V. et al. Evaluación económica de la hemodiálisis: análisis de los componentes del coste basado en datos individuales. **Nefrología**, Madrid, v. 30, n. 4, p. 403-412, 2010.

LUGON, J. R.; MATOS, J. P. S.; WARRAK, E. A. Hemodiálise. In: RIELLA, Miguel Carlos (Ed.). **Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrólitos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Saraiva, 2010. p. 980-1019.

MACHADO, Carla Keite et al. Potential environmental toxicity from hemodialysis effluent. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Amsterdam, v. 102, p. 42-47, Apr. 2014.

MALTA, Monica et al. STROBE initiative: guidelines on reporting observational studies. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 559-565, jun. 2010.

MALYSZKO, Jolanta et al. Effects of dialyzer reuse on dialysis adequacy, anemia control, erythropoieting-stimulating agents use and phosphate level. **Archives of Medical Science: AMS**, Poznań, v. 12, no. 1, p. 219-221, Feb. 2016.

MANANDHAR, D. N. et al. Evaluation of dialysis adequacy in patients under hemodialysis and effectiveness of dialysers reuses. **Nepal Med. Coll. J.**, Kathmandu, v. 11, no. 2, p. 107-10, 2009.

MANNS, Braden J. et al. To reuse or not to reuse? **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, Cambridge, v. 18, no. 1, p. 81-93, 2002.

MARTÍNEZ-CASTELAO, Alberto et al. Consensus document for the detection and management of chronic kidney disease. **Nefrologia**, Madrid, v. 34, no. 2, p. 243-62, 2014.

MARQUES, Patrícia Bentes; CARNEIRO, Flavia Matilla Colares; FERREIRA, Alcione Pena. Perfil bacteriano de cultura de ponta de cateter venoso central. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Ananindeua, v. 2, n. 1, p. 53-58, mar. 2011.

MARQUES, Divina de Oliveira et al. O absenteísmo-doença da equipe de enfermagem de um hospital universitário. **Rev. Bras. Enferm.**, Brasília, v. 68, n. 5, p. 876-882, set./out. 2015.

MARTINATO, M. C. N. B. et al. Absenteísmo na enfermagem: uma revisão integrativa. **Rev. Gaucha Enferm.**, Porto Alegre, v. 31, n. 1, p. 160-166, mar. 2010.

MATOS, Érika Ferreira; LOPES, Adriane. Modalidades de hemodiálise ambulatorial: breve revisão. **Acta Paul. Enferm**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 569-571, 2009.

MATOS, Jorge Paulo Strogoff de; LUGON, Jocemir Ronaldo. Esquemas alternativos de hemodiálise. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 114-119, jan./mar. 2010.

MCKELLAR, Shelley. Gordon Murray and the artificial kidney in Canada. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v. 14, no. 11, p. 2766-2770, 1999.

MELO, Natalia C. V. et al. Reprocessing high-flux polysulfone dialyzers does not negatively impact solute removal in short-daily online hemodiafiltration. **Hemodialysis International**, Milton, v. 18, no. 2, p. 473-480, Apr. 2014.

MENDES, Telma de Almeida Busch et al . Diabetes mellitus: fatores associados à prevalência em idosos, medidas e práticas de controle e uso dos serviços de saúde em São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 6, p. 1233-1243, 2011.

MENEZES, Fabiana Gatti de et al . Panorama do tratamento hemodialítico financiado pelo Sistema Único de Saúde: uma perspectiva econômica. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 367-378, set. 2015 .

MESQUITA, Isabel et al. In-centre nocturnal haemodialysis: the experience of a centre. **Portuguese Journal of Nephrology & Hypertension**, Lisboa, v. 29, n. 1, p. 28-33, Mar. 2015.

MEYER, Timothy W.; HOSTETTER, Thomas H. Approaches to uremia. **Journal of the American Society of Nephrology**, Washington, v. 25, no. 10, p. 2151-2158, Oct. 2014.

MION JUNIOR, D.; ROMAO JUNIOR ,J. E. História da nefrologia. São Paulo: Casa Editor, 1966.

MOLINA NÚÑEZ, Manuel et al. Cálculo del Kt como indicador de calidad en el área de adecuación en hemodiálisis. **Nefrología**, Cantabria, v. 30, no. 3, p. 331-336, 2010.

MORAES, Edilaine et al. Conceitos introdutórios de economia da saúde e o impacto social do abuso de álcool Introductory concepts of health economics and the social impact of the alcohol misuse. **Rev. Bras. Psiquiatr.**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 321-5, 2006.

MORAIS, Edinara Moraes; FONTANA, Rosane Teresinha. A unidade dialítica como um cenário de exposição a riscos. **Rev. Pesqui. Cuid. Fundam.**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 539-549, abr./jun. 2014.

MOURA, Lenildo et al. Construção de base de dados nacional de pacientes em tratamento dialítico no Sistema Único de Saúde, 2000-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 227-238, jun. 2014

MOURA, Lenildo de et al. Monitoramento da doença renal crônica terminal pelo subsistema de Autorização de Procedimentos de Alta Complexidade-Apac-Brasil, 2000 a 2006. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 121-131, jun. 2009.

MOLINA, Núñez M. et al. [Kt calculation as a quality indicator of haemodialysis adequacy]. **Nefrologia**, Madrid, v. 30, no. 3, p. 331-336, Jan. 2010.

MONTANARI, Lilian Bueno et al. Microbiological contamination of a hemodialysis center water distribution system. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 37-43, jan./fev. 2009.

MUSHI, Lawrencia; MARSCHALL, Paul; FLEßA, Steffen. The cost of dialysis in low and middle-income countries: a systematic review. **BMC Health Services Research**, London, v. 15, no. 1, p. 1, Nov. 2015.

NASIRI, Ali Akbar et al. Effect of heparin on coagulation tests: a comparison of continuous and bolus infusion in haemodialysis patients. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, India, v. 10, no. 2, p. OC18, 2016.

NATIONAL KIDNEY FOUNDATION. KDOQI clinical practice guideline for hemodialysis adequacy: 2015 update. **American Journal of Kidney Diseases**, New York, v. 66, no. 5, p. 884-930, 2015.

_____. KDOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations: 2006 updates. **Nephrology Nursing Journal**, Boston, v. 33, no. 5, p. 487, 2006.

NEVES JUNIOR, Milton Alves et al. Infecções em cateteres venosos centrais de longa permanência: revisão da literatura. **Jornal Vascular Brasileiro**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 46-50, 2010.

OLIVEIRA, Lilian Oliveira de et al. Análise de riscos ocupacionais para implantação de melhorias em uma clínica renal. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v. 6, n. 4, p. 720-739, dez. 2013.

OKECHUKWU, Chike Nathan et al. Characteristics and treatment of patients not reusing dialyzers in reuse units. **American Journal of Kidney Diseases**, Philadelphia, v. 36, no. 5, p. 991-999, Nov. 2000.

OYONG, Kelsey et al. Outbreak of bloodstream infections associated with multiuse dialyzers containing o-rings. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, Thorofare, v. 35, no. 1, p. 89-91, Jan. 2014.

PECHACEK, Nathan et al. Evaluation of the toxicity data for peracetic acid in deriving occupational exposure limits: a minireview. **Toxicology Letters**, Amsterdam, v. 233, no. 1, p. 45-57, Feb. 2015.

PECOITS-FILHO, Roberto et al. Tratamento substitutivo da função renal na doença renal crônica: uma atualização do Registro Latino-Americano de Diálise e Transplante. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 9-13, jan./mar. 2015.

PEDRINI, Luciano A. et al. Long-term effects of high-efficiency on-line haemodiafiltration on uraemic toxicity: a multicentre prospective randomized study. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v. 26, n. 8, p. 2617-2624, Aug. 2011.

PESSOA, Juliana da Costa Santos; CARDIA, Maria Claudia Gatto; SANTOS, Maria Luiza da Costa. Análise das limitações, estratégias e perspectivas dos trabalhadores com LER/DORT, participantes do grupo PROFIT-LER: um estudo de caso. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 821-830, maio 2010.

PRESTES, Francine Cassol et al. Health problems among nursing workers in a haemodialysis service. **Rev. Gaúcha Enferm.**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. e50759, mar. 2016.

PRESTES, Francine Cassol et al. Percepção dos trabalhadores de enfermagem sobre a dinâmica do trabalho e os pacientes em um serviço de hemodiálise. **Texto Contexto Enferm.**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 25-32, mar. 2011.

QURESHI, Ruqaya et al. Comparison of total direct cost of conventional single use and mechanical reuse of dialyzers in patients of end-stage renal disease on maintenance hemodialysis: a single center study. **Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation**, Mumbai, v. 27, no. 4, p. 774, 2016.

RAJAPURKAR, Mohan M. et al. What do we know about chronic kidney disease in India: first report of the Indian CKD registry. **BMC Nephrology**, London, v. 13, no. 1, p. 1, Mar. 2012.

RAMIREZ-RUBIO, Oriana et al. Chronic kidney disease in Nicaragua: a qualitative analysis of semi-structured interviews with physicians and pharmacists. **BMC Public Health**, London, v. 13, no. 1, p. 1, Apr. 2013.

RANGANATHAN, D.; JOHN G. T. Nocturnal hemodialysis. **Indian Journal of Nephrology**. Mumbai, v. 22, no. 5, p. 323-332, Sept./Oct. 2012.

RENAU ORTELLS, Elena et al. Hemodiálisis domiciliaria diaria en dos pacientes. **Rev. Soc. Esp. de Enferm. Nefrol.**, Madrid, v. 12, no. 3, p. 251-254, 2009.

RANASINGHE, Priyanga et al. The costs in provision of haemodialysis in a developing country: a multi-centered study. **BMC Nephrology**, London, v. 12, no. 1, p. 1, Sept. 2011.

RASCATI Karen L. **Introdução a farmacoeconomia**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

RIBEIRO-ALVES, Maria Almerinda; GORDAN, Pedro Alejandro. Diagnóstico de anemia em pacientes portadores de doença renal crônica. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 9-12, mar. 2014.

RIBEIRO, Natália Fonseca et al. Prevalência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em profissionais de enfermagem. **Rev. Bras. Epidemiol.**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 429-438, jun. 2012.

RIBEIRO, Rita de Cássia HM et al. O perfil sócio-demográfico e as principais complicações intradialíticas entre pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise. **Arq. Ciênc. Saúde**, São José do Rio Preto, v. 16, n. 4, p. 175-180, out./dez. 2009.

ROBINSON, Bruce M.; FELDMAN, Harold I. Dialyzer reuse and patient outcomes: what do we know now? **Seminars in Dialysis**, Cambridge, v. 3, no. 18, p. 175-179, 2005.

SANTORO, Domenico et al. Vascular access for hemodialysis: current perspectives. **Int. J. Nephrol. Renovasc. Dis.**, Auckland, v. 7, no. 1, p. 281-294, 2014.

SCHLESER, Andreas; FLECK, Nicole; TSOBANELIS, Theoharis. The Impact of disposables towards more eco-friendly and less costly haemodialysis. **Nephrology Dialysis Transplantation**. v. 31, no.1, p. i489–i502, May 2016.

SENEVIRATHNA, Lalantha et al. Risk factors associated with disease progression and mortality in chronic kidney disease of uncertain etiology: a cohort study in Medawachchiya, Sri Lanka. **Environ Health and Prev Med**, Tokyo, v. 17, no. 3, p. 191-198, May 2012.

SESSO, Ricardo Cintra et al. Relatório do censo brasileiro de diálise crônica 2012. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 48-53, mar. 2014.

_____ et al. Inquérito brasileiro de diálise crônica 2014. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 54-61, 2016.

SHALDON, Stanley; SILVA, H.; ROSEN, S. M. Technique of refrigerated coil preservation haemodialysis with femoral venous catheterization. **Br. Med. J.**, London, v. 2, no. 5406, p. 411-413, Aug. 1964.

SHAO, Jiahui; WOLFF, Susanne; ZYDNEY, Andrew L. In vitro comparison of peracetic acid and bleach cleaning of polysulfone hemodialysis membranes. **Artificial Organs**, Cambridge, v. 31, no. 6, p. 452-460, 2007.

TWARDOWSKI, Zbylut J. Dialyzer reuse part II: advantages and disadvantages. **Seminars in Dialysis**. Cambridge, v. 19, no. 3, p. 217-226, May 2006a.

_____. Dialyzer reuse part I: historical perspective. **Seminars in Dialysis**. Cambridge, v. 19, no. 1, p. 41-53, 2006b.

_____. History of hemodialyzers' designs. **Hemodialysis International**, Malden, v. 12, no. 2, p. 173-210, Apr. 2008.

UPADHYAY, Ashish; SOSA, Marie Anne; JABER, Bertrand L. Single-use versus reusable dialyzers: the known unknowns. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, Washington, v. 2, no. 5, p. 1079-1086, Sept. 2007.

VANHOLDER, Raymond et al. Catheter-related blood stream infections (CRBSI): a European view. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v. 25, no. 6, p. 1753-1756, 2010.

_____. et al. New methods and technologies for measuring uremic toxins and quantifying dialysis adequacy. **Seminars in Dialysis**, Cambridge, v. 2, no. 28, p. 114-124, 2015.

VEGINE, Patrícia Marçal et al. Assessment of methods to identify protein-energy wasting in patients on hemodialysis. **J. Bras. Nefrol**, São Paulo, v. 33, no. 1, p. 55-61, mar. 2011.

WISH, Jay B. Assessing iron status: beyond serum ferritin and transferrin saturation. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, Washington, v. 1, no. 1, p. S4-S8, Sept. 2006.

WIZEMANN, Volker; RITZ, Eberhard. Georg Haas: a forgotten pioneer of haemodialysis. **Nephrology**, Malden, v. 4, no. 4, p. 229-234, Aug. 1998.

WISZNIEWSKA, Marta; WALUSIAK-SKORUPA, Jolanta. Occupational allergy: respiratory hazards in healthcare workers. **Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.**, Hagerston, v. 14, no. 2, p. 113-118, Apr. 2014.

WOLFF, Susanne H.; ZYDNEY, Andrew L. Effect of peracetic acid reprocessing on the transport characteristics of polysulfone hemodialyzers. **Artificial Organs**, Cambridge, v. 29, no. 2, p. 166-173, Feb. 2005.

YOU, Y. et al. Peracetic acid exposure assessment during outbreak of SARS in Tianjin, China. **Epidemiology**, Philadelphia, v. 17, no. 6, p. S217-S218, Nov. 2006.

APÊNDICE A - Instrumento de coleta de dados dos profissionais

Dados de Identificação				Resposta
Nome: _____		Idade: []		
1. Sexo	[1] Masculino	[2] Feminino		Nº1=
2. Escolaridade	[1] Ensino Médio	[2] Superior Incompleto	[3] Superior Completo	Nº2=
3. Estado Civil	[1] Solteiro	[2] Casado/União estável	[3] Divorciado	Nº3=
Dados Profissionais				
4. Tempo de atuação em hemodiálise	[] Anos			Nº4=
5. Tempo de atuação no setor atual da empresa	[] Anos			Nº5=
6. Turno de Trabalho	[1] Matutino	[2] Vespertino	[3] Noturno	Nº6=
7. Horas de Jornada de trabalho semanal	[] Horas			Nº7=
8. Tempo de exposição em sala de reuso/semana	[] Horas			Nº8=
9. Atua em outra instituição	[1] Não	[2] Sim		Nº9=
10. Sofreu acidente de trabalho em sala de reuso	[1] Não	[2] Sim		Nº10=
11. Se a resposta anterior foi SIM, especificar	[1] Biológico	[2] Químico	[3] Ergonômico	Nº11=
Dados de Notificação e/ou lesão				
P=Período	[R]= REUSO	[UU]= USO ÚNICO		P=
12. Notificou ocorrência no SMO		[1] Não	[2] Sim	Nº12=
13. Tipo de ocorrência	[0] Ostemuscular [1] Alergia cutânea [2] Alergia Ocular [3] Alergia Respiratória			Nº13=
14. Sinais e sintomas notificados	Osteomuscular Alergia Cutânea Alergia Respiratória Alergia Ocular	[1] Tendinite [3] Lombalgia [5] Hiperemia [7] Descamação [9] Tosse improdutiva [11] Espirro [12] Hiperemia	[2] LER [4] Cervicalgia [6] Prurido [8] Bolhas [10] Garganta irritada [13] Prurido	Nº14=
15. Natureza da Notificação	[1] Movimentos repetitivo [2] Esforço excessivo [3] Postura inadequada [4] Atrito ou abrasão [5] Inalação Substância [6] Contato de químicos			Nº15=
16. Local do corpo afetado	[1] Olhos [4] Mãos	[2] Mucosas [5] Ombros	[3] Face [6] Outro	Nº16=
17. Necessitou Medicamento	[1] Não	[2] Sim		Nº17=
18. Se a resposta foi SIM especificar: _____				Nº18=
19. Número de dias	[] Dias			Nº19=
20. Posologia	[1] Gramas [4] Comprimidos	[2] Miligramas	[3] ML	Nº20=
20.1 Vezes ao dia	[1] uma vez	[2] duas vezes	[3] Três vezes	Nº20.1=
21. Necessitou Afastamento	[1] Não	[2] Sim		Nº21=
22. Número de dias	[] dias			Nº22=

APÊNDICE B - Instrumento Desfechos Clínicos

Nome:	Identificação Nº Prontuário:		
1. Idade	Nº1=		
2. Sexo [1] Masculino [2] Feminino	Nº2=		
3. Cor [1] Branco [2] Pardo [3] Negro	Nº3=		
4. Escolaridade [1] Menos que cinco anos [2] Até cinco anos [3] De cinco há 10 anos [4] Mais de 10 anos	Nº4=		
5. Causa da DRC [1] Hipertensão [2] Diabetes [3] Doença Glomerular [4] Rins policísticos [5] Doença autoimune [7] Inespecífico	Nº5=		
Informações da diálise			
[R]= REUSO [UU]= USO ÚNICO			
6. Tipo de acesso [1] FAV [2] Cat. Temporario [3] Enxerto [4] Cat. Permanente	Nº6=		
7. Tempo de diálise [] meses	Nº7=		
8. Duração da sessão [1] 3h [2] 03:30h [3] 4h	Nº8=		
9. Membrana do dialisador [1] Polissulfona [2] Poliamida	Nº9=		
10. Marca do dialisador			
11. Tipo do dialisador [1] Alto fluxo [2] Baixo Fluxo	Nº11=		
12. Fluxo de sangue [1] 300ml [2] 350ml	Nº12=		
13. Fluxo solução de diálise [4] 400ml [1] 300ml [2] 500ml [3] 800ml	Nº13=		
14. Processo de esterilização pré uso [1] óxido de etileno [2] Vapor	Nº14=		
15. Esterilizante germicida [1] Ácido Peracético (Renalin, Proxitane) [2] Outro	Nº15=		
Exames laboratoriais			
1º Amostra	Datas de coleta: ___+___+___ :		
16. Ureia pré-diálise []+[]+[]/3=	17. Ureia pós-diálise []+[]+[]/3=	Nº16=	Nº17=
18. Kt/v []	19. Creatinina []	Nº18=	Nº19=
20. Cálcio []	21. Potássio []	Nº20=	Nº21=
22. Sódio []	23. Fósforo []	Nº22=	Nº23=
24. Albumina []	25. Hematócrito []	Nº24=	Nº25=
26. Hemoglobina []	27. Ferro []	Nº26=	Nº27=
28. Ferritina []	29. PTH []	Nº28=	Nº29=
30. Transferina []	31. PCR []	Nº30=	Nº31=
2º Amostra	Datas de coleta: ___+___+___		
32. Ureia –pré diálise []+[]+[]/3=	33. Ureia pós-diálise []+[]+[]/3=	Nº32=	Nº33=
34. Kt/v []	35. Creatinina []	Nº34=	Nº35=
36. Cálcio []	37. Potássio []	Nº36=	Nº37=
38. Sódio []	39. Fósforo []	Nº38=	Nº39=
40. Albumina []	41. Hematócrito []	Nº40=	Nº41=
42. Hemoglobina []	43. Ferro []	Nº42=	Nº43=
44. Ferritina []	45. PTH []	Nº44=	Nº45=
46. Transferina []	47. PCR []	Nº46=	Nº47=
3º Amostra	Datas de coleta: ___+___+___		
48. Ureia pré-diálise []+[]+[]/3=	49. Ureia pós-diálise []+[]+[]/3=	Nº48=	Nº49=
50. Kt/v []	51. Creatinina []	Nº50=	Nº51=

52. Cálcio	[]	53. Potássio	[]	Nº52=	Nº53=
54. Sódio	[]	55. Fósforo	[]	Nº54=	Nº55=
56. Albumina	[]	57. Hematócrito	[]	Nº56=	Nº57=
58. Hemoglobina	[]	59. Ferro	[]	Nº58=	Nº59=
60. Ferritina	[]	61. PTH	[]	Nº60=	Nº61=
62. Transferina	[]	63. PCR	[]	Nº62=	Nº63=
Volemia e Hemodinâmica					
1º Amostra		Datas de coleta: ___+___+___			
Pressão Arterial	64. Início da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
	65. Término da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
Peso	66. Início da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
	67. Término da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
Ultrafiltração	68. UF	[]	+[]	+[]	/3=
2º Amostra		Datas de coleta: ___+___+___			
Pressão Arterial	69. Início da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
	70. Término da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
Peso	71. Início da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
	72. Término da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
Ultrafiltração	73. UF	[]	+[]	+[]	/3=
3º Amostra		Datas de coleta: ___+___+___			
Pressão Arterial	74. Início da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
	75. Término da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
Peso	76. Início da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
	77. Término da diálise	[]	+[]	+[]	/3=
Ultrafiltração	78. UF	[]	+[]	+[]	/3=
Sinais e sintomas de pirogenia					
79. Reação Pirogênia	[1] Não	[2] Sim			Nº79=
80. Sintoma	[1] Calafrios	[2] Febre	[3] Tremores		Nº80=
81. Trocado o Sistema de diálise	[1] Não	[2] Sim			Nº81=
82. Administrado medicamento	[1] Não	[2] Sim			Nº82=
83. Se a resposta for SIM especificar	[1] Dipirona				Nº83=
	[2] Paracetamol				
84. Coletou Hemocultura	[1] Não	[2] Sim			Nº84=
	[3] Não encontrado nos registros				
85. Isolado microrganismo	[1] Não	[2] Sim			Nº85=
86. Especificar microrganismo _____					Nº86=
87. Coletado cultura de água	[1] Não	[2] Sim			Nº87=
	[3] Não encontrado nos registros				
88. Crescimento de microrganismo na água	[1] Não	[2] Sim			Nº88=
89. Se SIM qual _____					Nº89=
90. Outro foco de infecção na data do episódio	[1] Não	[2] Sim			Nº90=
91. Qual	[1] Urinário	[2] Respiratório			Nº91=
	[3] Acesso venoso	[4] Outro			
92. Tipo de acesso venoso na data da bacteremia	[1] FAV	[2] Cat. Permanente			Nº92=
	[3] Enxerto	[4] Cat. Temporário			
93. Apresentava sinais flogísticos no acesso	[1] Não	[2] Sim			Nº93=
94. Recebeu Antibiótico Empírico	[1] Não	[2] Sim			Nº94=
95. Qual	[1] Vancomicina				Nº95=
	[2] Gentamicina				
	[3] Outro				
96. Dose	[1] 1g	[2] 60mg			Nº96=
	[3] 80mg				
97. Número de vezes	[-----]				Nº97=
98. Recebeu Antibiótico pós resultado	[1] Não	[2] Sim			Nº98=
99. Qual	[1] Vancomicina				Nº99=
	[2] Outro				
100. Dose	[1] 1g	[2] 80mg			Nº100=
	[3] 500mg	[4] 250mg			
101. Número de dias	[-----]				Nº101=

APÊNDICE C- Instrumento coleta de dados custos

Setor analisado:	Nº de pacientes incluídos:	
	Reuso	Uso único
Custo com materiais e medicações	R\$	R\$
1. Quantidade de frascos de heparina utilizados mensalmente	_____	_____
2. Valor do frasco de heparina	R\$ _____	R\$ _____
3. Quantidade de soro fisiológico para lavar o sistema	_____	_____
4. Valor de cada 100 ml de soro fisiológico	R\$ _____	R\$ _____
5. Preço do dialisador	R\$ _____	R\$ _____
6. Quantidade de dialisadores utilizados mensalmente	_____	_____
7. Valor da linha venosa	R\$ _____	_____
8. Quantidade de linhas venosas utilizadas mensalmente	_____	_____
9. Valor da linha arterial	R\$ _____	_____
10. Quantidade de linhas arteriais utilizadas mensalmente	_____	_____
12. Valor do rolo de saquinhos descartáveis	R\$ _____	R\$ _____
11. Quantidade de saquinhos descartáveis utilizados mensalmente	_____	_____
Custos com Proxitane		
13. Valor do galão de 5 L	R\$ _____	R\$ _____
14. Rendimento galão de 5 litros (em litros)	_____	_____
15. Litros de ácido peracético gastos por reprocessamento das linhas + capilares	_____	_____
Custos com reagente para desperoxidação		
16. Valor unitário do frasco 20 ml de reagente	R\$ _____	R\$ _____
17. Rendimento frasco reagente em gotas	_____	_____
18. Valor por gotas	R\$ _____	R\$ _____
19. Número de gotas utilizadas para desperoxidação	_____	_____
20. Custo do reagente por desperoxidação	R\$ _____	R\$ _____
Custos do fornecimento de água pela companhia de saneamento		
21. Consumo diário (em metros ³)	_____	_____
22. Consumo de água mensal (em metros ³)	_____	_____
23. Valor por m ³ de água + esgoto (CORSAN)	R\$ _____	R\$ _____
Custos com energia elétrica provida da rede		
24. Energia elétrica consumida pela bomba de proxitane	_____	_____
25. Valor kWh	R\$ _____	R\$ _____
Custos com análise da água de reuso (análise bacteriológica)		
26. Valor de cada análise bacteriológica da água	R\$ _____	R\$ _____
27. Quantidade de análise bacteriológica realizada em cada período	_____	_____
Custos com análise hemocultura em casos de pirogenia		
28. Valor da hemocultura	R\$ _____	R\$ _____
29. Quantidade de hemocultura realizada no período	_____	_____
Antibióticos utilizados pelos pacientes em caso de pirogenia e bacteremia		
30. Especificar Antibiótico. _____ _____ _____ _____		
31. Número de dias que utilizou medicação	_____	_____
32. Valor do antibiótico	R\$ _____	R\$ _____
Custos com mão de obra (técnicos de enfermagem)		
33. Salário do técnico de enfermagem	R\$ _____	R\$ _____
34. Encargos sobre a folha de pagamento dos técnicos de enfermagem	R\$ _____	R\$ _____
35. Número de reprocessamentos realizados mensalmente	_____	_____
36. Custo de mão de obra por ciclo de reprocessamento	R\$ _____	R\$ _____
Custos com Biossegurança		
37. Valor da máscara com filtro de proteção a carvão ativado	R\$ _____	R\$ _____
38. Validade das máscaras de proteção	_____	_____
39. Número de máscaras utilizadas mensalmente	_____	_____

40. Custo com máscaras por mês	R\$	R\$
41. Quantidade de aventais utilizados mensalmente	_____	_____
42. Valor de cada avental	R\$	R\$
43. Quantidade de pares de mangas de proteção utilizadas mensalmente	_____	_____
44. Valor do par de mangas de proteção	R\$	R\$
Custo com o descarte de materiais		
45. Valor pago por peso do descarte dos dialisadores e linhas	R\$	R\$
46. Quantidade de (Kg) gerado mensalmente de dialisadores e linhas	_____	_____
47. Repasse do valor por sessão de hemodiálise pelo Sistema Único de Saúde	R\$	R\$
CUSTOS INDIRETOS		
48. Número de horas de afastamento dos profissionais técnicos de enfermagem no período	_____	_____
49. Valor da hora do profissional	R\$	R\$
Medicamentos utilizados pelos profissionais:		
50. Especificar. _____		

51. Dose do medicamento	_____	_____
52. Número de dias que utilizou medicação	_____	_____
53. Valor da medicação	R\$	R\$

APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto:

DIALISADOR CAPILAR DE USO ÚNICO OU PROCESSADO EM TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA: COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS, AFASTAMENTOS DA EQUIPE DE ENFERMAGEM E DESFECHOS CLÍNICOS.

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar desse estudo que tem como objetivo principal “Avaliar a diferença entre o dialisador processado (reuso) e o utilizado uma única vez (uso único) sobre os custos, afastamento do trabalho da equipe de enfermagem e desfechos de bacteremias, uso de antibióticos e alteração em marcadores bioquímicos” e um dos objetivos específicos refere-se há: Descrever os afastamentos do trabalho da equipe de enfermagem durante a utilização do dialisador processado e de uso único por alergias cutâneas e ou respiratórias e lesões ergonômicas;

Trata-se de uma pesquisa de caráter científico, onde os riscos destes procedimentos serão mínimos por tratar-se de análise de registros e informações em seus prontuários do serviço de medicina ocupacional, não envolvendo medições ou procedimentos invasivos. Os possíveis desconfortos gerados poderão ser decorrentes da abordagem para a solicitação de sua participação, a qual fica sob sua vontade de participar ou não do estudo.

A sua identidade será preservada e será respeitado o sigilo das informações. Em momento algum informações que possam identifica-lo serão divulgadas.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão as informações que poderão nortear estratégias para minimização dos riscos químicos, físicos e biológicos.

O (A) Senhor (a) tem direito de recusar-se a participar deste estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento deixando de participar do estudo, sem acarretar prejuízo em seu trabalho. Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela participação no estudo e o participante não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos. Sua participação não está associada a nenhum tipo de avaliação profissional ou de desempenho.

Agradecemos sua participação e colocamo-nos a disposição para qualquer esclarecimento. Informamos que todas as dúvidas poderão ser esclarecidas antes e durante o curso da pesquisa através de contato com o pesquisadora responsável profa. Eneida Rejane Rabelo da Silva Chefe do Serviço de Enfermagem Cardiovascular, Nefrologia e Imagem do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Caso queira contatar a

pesquisadora, entrar em contato diretamente com a profa. Eneida Rejane Rabelo da Silva pelo telefone (51) 33598017. Para esclarecimento de seus direitos como participante de pesquisa poderá entrar em contato com o Comitê de Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre que aprovou este projeto, pelo fone (51) 3359 7640), no horário das 8:00 as 17:00h de segunda a sexta-feira, 2º andar, sala 2227.

Mediante os itens acima expostos, o (a) senhor (a), de forma livre e esclarecida, autorizará sua participação nesta pesquisa, mediante assinatura deste termo, sendo que uma cópia ficará com a pesquisadora responsável e outra com o (a) senhor (a)

Nome do Participante

Assinatura do Participante

Local e Data

Nome do Pesquisador

Assinatura do Pesquisador

ANEXO A - Ata de Banca de Qualificação



PPGENF



Ata da sessão de realização do Exame de Qualificação do Curso de Doutorado em Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, presidida e registrada pela Orientadora **Profa. Dra. Eneida Rejane Rabelo da Silva**, requisito para o desenvolvimento da tese de doutorado, da acadêmica **Olvani Martins da Silva**, no dia **18 de agosto de 2014**. O projeto tem como título **Impacto do Dialisador Capilar de Uso único e Reprocessado nos custos, nos afastamentos da equipe de enfermagem e nos desfechos clínicos de pacientes crônicos em terapia renal substitutiva**. De acordo com o Regimento do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, o processo de avaliação foi formalizado em ato público. No primeiro momento a Senhora Presidente procedeu a abertura dos trabalhos às 14h no auditório do Centro de Pesquisa Experimental do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, informando aos presentes a designação da Banca Examinadora, homologada e assinada pela Coordenadora do Programa de Pós-Graduação da Escola de Enfermagem desta Universidade. Dando sequência aos trabalhos, a Senhora Presidente concedeu a palavra à Doutoranda para apresentar seu trabalho à Banca, pelo período de até trinta (30) minutos. A seguir, passou a palavra aos membros da banca para que procedessem à arguição da Doutoranda, com resposta da mesma a cada um dos examinadores. De acordo com a avaliação da Banca Examinadora, foi destacado:

A Banca Examinadora avaliou o projeto como: Relevante e original para o avanço do conhecimento da técnica. Os avaliadores sugerem um aprofundamento sobre o sistema de reuso no projeto, assim como descrição da técnica de reprocessamento desenvolvido na instituição. A banca sugere uma discussão sobre os desfechos clínicos e as potenciais viés que deverão ser controlados durante sua análise. Salienta-se a importância e relevância na avaliação do impacto do reuso e uso único para a equipe de enfermagem.

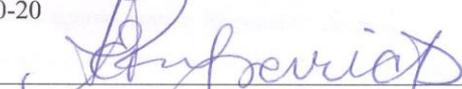


PPGENF
 Programa de Pós-Graduação em Enfermagem do UFRGS



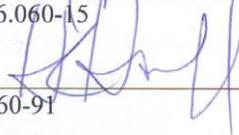
Nome e assinatura da Banca Examinadora

Profa. Dra. Eneida Rejane Rabelo da Silva: 
 Presidente - PPGENF/UFRGS CPF nº 420.063.330-20

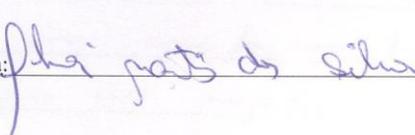
Profa. Dra. Ana Elizabeth Prado Lima Figueiredo: 
 Membro - PUCRS CPF nº 514.611.450-15

Prof. Dr. Francisco José Veríssimo Veronese: 
 Membro - FAMED/UFRGS CPF nº 375.714.780-49

Profa. Dra. Mariur Gomes Beghetto: 
 Membro - PPGENF/UFRGS CPF nº 448.466.060-15

Profa. Dra. Heloísa Helena Karnas Hoefel: 
 Membro - EENF/UFRGS CPF nº 356.755.860-91

Porto Alegre, 18 de agosto de 2014.

De acordo da Doutoranda: 

ANEXO B - Carta de Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa

**HCPA - HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE
GRUPO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

COMISSÃO CIENTÍFICA

A Comissão Científica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre analisou o projeto:

Projeto: 150024

Data da Versão do Projeto: 19/01/2015

Pesquisadores:

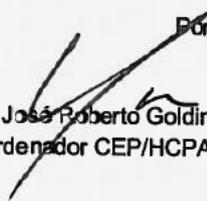
ENEIDA REJANE RABELO DA SILVA
OLVANI MARTINS DA SILVA
ALESSANDRA ROSA VICARI
MARIA CONCEICAO DA COSTA PROENCA
CRISTINA KAROHL
KAREN PATRICIA MACEDO FENGLER

Título: Dializador capilar de uso único ou processado em terapia renal substitutiva: comparação entre custos, afastamentos da equipe de enfermagem e episódios de bacteremia

Este projeto foi APROVADO em seus aspectos éticos, metodológicos, logísticos e financeiros para ser realizado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre.
Esta aprovação está baseada nos pareceres dos respectivos Comitês de Ética e do Serviço de Gestão em Pesquisa.

- Os pesquisadores vinculados ao projeto não participaram de qualquer etapa do processo de avaliação de seus projetos.
- O pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais de acompanhamento e relatório final ao Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação (GPPG)

Porto Alegre, 04 de fevereiro de 2015.


Prof. José Roberto Goldim
Coordenador CEP/HCPA