

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**Faculdade de Ceilândia**

**LUANA LEONEL DOS SANTOS**

**INFLUÊNCIA DA VENTILAÇÃO MECÂNICA SOBRE A FUNÇÃO RENAL**

**BRASÍLIA - DF**

**2014**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**Faculdade de Ceilândia**

**INFLUÊNCIA DA VENTILAÇÃO MECÂNICA SOBRE A FUNÇÃO RENAL**

**Aluna: Luana Leonel dos Santos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Enfermagem 2, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Enfermagem, Universidade de Brasília - Faculdade de Ceilândia.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marcia Cristina da Silva Magro**

**BRASÍLIA - DF**

**2014**

**Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.**

Santos, Luana Leonel.

Influência da ventilação mecânica sobre a função renal/Luana Leonel dos Santos. Brasília: [s.n], 2014.

60p.: il.

Monografia (Graduação). Universidade de Brasília. Faculdade de Ceilândia. Curso de Enfermagem. 2014.

Orientação: Marcia Cristina da Silva Magro

1. Lesão Renal Aguda 2. Ventilação Mecânica 3. Prevenção.

I . Santos, Luana Leonel II. Título: Influência da ventilação mecânica sobre a função renal.

SANTOS, Luana Leonel

Influência da ventilação mecânica sobre a função renal

Monografia apresentada à Faculdade de  
Ceilândia da Universidade de Brasília  
como requisito de obtenção do título de  
enfermeiro.

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

### **Comissão Julgadora**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> : Marcia Cristina da Silva Magro  
Universidade de Brasília/ Faculdade de Ceilândia

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> : Paula Regina de Souza Hermann  
Universidade de Brasília/ Faculdade de Ceilândia

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> : Michele Zampieri Ipolito  
Universidade de Brasília/ Faculdade de Ceilândia

Dedico este trabalho à todos aqueles que não mais estão entre nós, mas que ainda hoje me incentivam por sua história de luta e se orgulham por minha vitória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à minha mãe Rosângela Leonel, que sempre me proporcionou oportunidades e condições para que o sonho de adentrar em uma Universidade Federal se tornasse real, não medindo esforços para tal. Me conduzindo e se mostrando base para minhas decisões, bem como estímulo para realização de muitos feitos.

A minha madrinha Zilfa Leonel, que nunca nos deixou faltar nada e se fez presente nos momentos em que mais precisei, me apoiando e incentivando, se fazendo de exemplo inspirador em minha vida.

Ao meu irmão Arthur Leonel, que em sua doçura e inocência pueril me fez enxergar tudo com mais mansidão e paciência, me levando a persistir sempre.

A todos os meus amigos e demais familiares, que através de seu apoio me mantiveram firme para seguir durante minha jornada, me proporcionando momentos maravilhosos no período de minha formação.

A todo o corpo docente da Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia, que se compromete com o ensino de qualidade e formação de profissionais qualificados. Em especial, à Marcia Cristina da Silva Magro por sua espetacular orientação neste trabalho, bem como por contribuir em minha formação com seu notório saber científico e prático.

Ao CNPq pela aprovação e inclusão deste projeto no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI).

Por fim, agradeço à todos que, apesar de não citados aqui, participaram efetivamente do meu processo de formação de alguma forma, pois posso dizer que sem esse conjunto de pessoas que compartilharam comigo dessa caminhada eu não seria o que sou hoje, um muito obrigada a todos.

**SANTOS, LL. Influência da ventilação mecânica sobre a função renal. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia. Distrito Federal, 2013. 60 p.**

**Introdução:** O frequente uso de pressão positiva ao final da expiração (PEEP) nas Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) levou a um grande número de investigações acerca da associação entre alterações na hemodinâmica cardiopulmonar e a ocorrência de disfunção renal. **Objetivo:** Caracterizar a influência da ventilação mecânica (VM) com PEEP sobre a função renal em pacientes internados em UTI. **Método:** Estudo longitudinal, prospectivo, quantitativo, descritivo, desenvolvido na UTI do Hospital Regional de Ceilândia. A casuística foi composta de 27 pacientes sob suporte de VM. Foram incluídos os pacientes com idade acima de 18 anos, sob suporte de VM com PEEP, sem história de disfunção renal prévia. E excluídos aqueles com insuficiência renal crônica. Os pacientes selecionados foram alocados em três grupos de acordo com o valor da PEEP programada no ventilador mecânico. A partir desta distribuição, os pacientes foram acompanhados até o término da internação na UTI para avaliação da influência dessa pressão sobre a função renal. Os dados foram expressos em frequência absoluta (n) e frequência relativa (%), em mediana e percentil 25 e 75. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados significativos. **Resultados:** A maioria (55,6%) dos pacientes foram classificados no estágio de lesão renal de acordo com a classificação RIFLE e uma maioria (45,8%) desses estavam sob VM com uma PEEP  $>5\text{cmH}_2\text{O}$  e  $<10\text{cmH}_2\text{O}$  e evoluíram com lesão renal aguda. Verificou-se que o APACHE II, apresentou associação significativa com disfunção renal ( $p=0,046$ ). **Concluiu-se** que a ventilação mecânica invasiva mostrou tendência em influenciar a função renal dos pacientes no cenário da UTI.

**Descritores:** Lesão renal aguda, ventilação mecânica, prevenção.

**SANTOS, LL. Influence of mechanical ventilation on renal function. Completion of course work (Nursing Course) - University of Brasilia, Undergraduate Nursing, Faculty of Ceilândia, Brasilia, 2013. 60 p.**

**Introduction:** The frequent use of PEEP in ICU led to a large number of studies on the association between changes in cardiopulmonary hemodynamics and the occurrence of renal dysfunction during PEEP. **Objective:** To characterize the influence of mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure (PEEP) on renal function in patients hospitalized in the Intensive Care Unit (ICU). **Method:** This was a longitudinal, prospective, quantitative, descriptive study. Was developed in the Intensive Care Unit of the Hospital Regional of Ceilândia. The casuistry consisted of 27 patients admitted to the intensive care unit under mechanical ventilatory support. Were included in the study patients over the age of 18 years, under support of mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure ( PEEP ) and with no previous history of renal dysfunction (according to RIFLE Rating - stage risk). And patients with history of chronic renal insufficiency was excluded (glomerular filtration rate < 60mL/min/1.73m<sup>2</sup>). Selected patients were divided into three groups according to the programmed ventilator. From this distribution, patients were followed until the end of the ICU hospitalization to assess the influence of this pressure on renal function. Data were expressed as absolute frequency (n) and relative frequency (%), 25 and 75 percentil and median. P values < 0.05 were considered significant. **Results:** Most (55.6%) patients were classified as stage renal lesion due to RIFLE classification and a majority (45.8%) of these were under mechanical ventilation with a PEEP > 5cmH<sub>2</sub>O and <10cmH<sub>2</sub>O and developed acute kidney injury. It was found that the APACHE II was significantly associated with renal dysfunction (p = 0.046). **Conclusion:** It was concluded that mechanical ventilation showed a tendency to influence renal function of patients in the ICU setting.

**Keywords:** Acute kidney injury, mechanical ventilation, prevention.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Distribuição dos pacientes de acordo com as características demográficas e clínicas. Distrito Federal, 2014 ..... 29
- Tabela 2** – Distribuição dos pacientes em estágios de disfunção renal de acordo com a classificação RIFLE. Distrito Federal, 2014 ..... 31
- Tabela 3** – Distribuição dos pacientes em estágios de disfunção renal de acordo com o valor da PEEP. Distrito Federal, 2014 ..... 31
- Tabela 4** – Associação da função renal de acordo com a Classificação RIFLE e o uso da PEEP dos pacientes internados na UTI. Distrito Federal, 2014 ..... 32
- Tabela 5** – Distribuição dos pacientes de acordo com a relação entre  $IMC \geq 25$  e a ocorrência de óbito. Distrito Federal, 2014 ..... 32
- Tabela 6** – Distribuição dos pacientes de acordo com a relação entre IMC e ocorrência de óbito. Distrito Federal, 2014 ..... 32
- Tabela 7** – Distribuição dos pacientes de acordo com a associação entre índice de massa corpórea maior ou igual a 30 com o valor da PEEP em pacientes sob ventilação mecânica. Distrito Federal, 2014 ..... 33
- Tabela 8** – Associação entre o índice de massa corpórea maior ou igual a 30 com o valor da PEEP em pacientes sob ventilação mecânica. Distrito Federal, 2014..... 33

**Tabela 9** – Associação entre o índice APACHE e a ocorrência de disfunção renal de acordo com a Classificação RIFLE nos pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva. Distrito Federal, 2014  
..... 34

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACS – Síndrome Compartimental Abdominal

ADQI - Acute Dialysis Quality Initiative

APACHE II – Acute Physiology and Chronic Health Evaluation

APD – Diálise Peritoneal Automatizada

CAPD – Diálise Peritoneal Ambulatorial Contínua

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CCPD – Diálise Peritoneal Contínua por Cicladora

CPAP - Continuous Positive Airway Pressure (Pressão Positiva Contínua na Via Aérea)

DPI – Diálise Peritoneal Intermitente

HD – Hemodiálise Contínua

HDDE – Hemodiálise Diária Estendida

HDI – Hemodiálise Intermitente

HDSBE – Hemodiálise Sustentada de Baixa Eficiência

HRC – Hospital Regional de Ceilândia

IAH – Hipertensão Intra-Abdominal

IAP – Pressão Intra-Abdominal

IL6 – Interleucina- 6

IMC – Índice de Massa Corpórea

KDIGO – Improve Global Outcomes

LRA – Lesão Renal Aguda

NAC – n-acetilcisteína

NIPD – Diálise Peritoneal Noturna

PaCO<sub>2</sub> – Pressão Parcial de CO<sub>2</sub>

PaO<sub>2</sub> - Pressão Parcial de Oxigênio

PEEP – Pressão Positiva ao Final da Expiração

RFG – Ritmo de Filtração Glomerular

RIFLE – Risk, Injury, Failure, Loss, End Stage

SAE – Sistematização da Assistência em Enfermagem

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TSR – Terapia de Substituição Renal

UFI – Ultrafiltração Isolada

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

VM – Ventilação Mecânica

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
3. OBJETIVOS.....	25
3.1 Geral.....	25
3.2 Específicos .....	25
4. MÉTODO E CASUÍSTICA.....	26
4.1 Tipo de estudo.....	26
4.2. Local de desenvolvimento do estudo.....	26
4.3. Período de coleta de dados.....	26
4.4. Casuística .....	26
4.4.1. Critérios de inclusão .....	26
4.4.2. Critérios de exclusão: Foram excluídos os pacientes:.....	26
4.5. Considerações éticas: .....	27
4.6. Operacionalização da coleta de dados .....	27
4.7. Definições .....	28
4.8. Tratamento estatístico .....	28
5. RESULTADOS.....	29
6. DISCUSSÃO.....	35
7. CONCLUSÃO .....	40
8. CONQUISTA.....	41
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
10 APÊNDICE .....	51
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	51
11. ANEXOS.....	56
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	56
ANEXO B - ÍNDICE APACHE II .....	58
ANEXO C – CLASSIFICAÇÃO RIFLE .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a primeira descrição da lesão renal aguda como *ischuria renalis* foi realizada por William Heberden em 1802. No século XX, foi denominada como a Doença de Bright aguda e durante a primeira Guerra Mundial, denominada de *war nephritis*, termo que permaneceu durante a segunda Guerra Mundial. A terminologia insuficiência renal aguda foi introduzida em 1951 por Homer W. Smith. (LOPES, 2009). Ao longo das décadas mais de 35 definições foram adotadas e atualmente o termo lesão renal aguda assumiu mundialmente sua relevância.

Classicamente, a lesão renal aguda (LRA) é definida como uma síndrome multifatorial desencadeada pela perda abrupta da função renal com declínio do ritmo de filtração glomerular e eventual diminuição do fluxo urinário, caracterizada pela inaptidão dos rins em realizar suas funções de excreção, manutenção do equilíbrio hidroeletrolítico e ácido-base, que pode se instalar ou sustentar por período variável de tempo. (PERES, 2012; BERNARDINA, 2008)

Na literatura a falta de consenso dos critérios de gravidade da LRA, determina uma grande divergência nos resultados obtidos em pesquisas científicas. Portanto, é árduo o confronto entre trabalhos científicos, assim como a apreensão de conclusões, considerando a falta de padronização metodológica dos estudos (SILVA, 2007). Desse modo, com o objetivo de uniformizar a definição de LRA, a *Acute Dialysis Quality Initiative* (ADQI) publicou em 2004 a Classificação RIFLE, que se refere ao acrônimo *Risk* (risco para lesão renal aguda), *Injury* (injúria/lesão renal), *Failure* (falência da função renal), *Loss* (perda da função renal) e *End-Stage* (doença renal em estágio terminal), baseada no critério creatinina sérica ou taxa de filtração glomerular e no fluxo urinário (WAHRHAFTIG, 2012; YONG, 2011).

A incidência crescente da LRA está relacionada à sua etiologia multifatorial decorrente de comorbidades como a hipertensão e diabetes. Em um panorama global nas Unidades de Terapia Intensiva a incidência é de aproximadamente 20% a 50% e sua mortalidade pode alcançar 50% (CASE, 2013). No Brasil, a incidência de LRA corresponde a aproximadamente 1% das admissões hospitalares, podendo atingir 15% a depender da situação e 40% em unidades de terapia intensiva (PERES, 2012), sendo mais prevalente em homens com idade média de 60 anos. A mortalidade relacionada a esta síndrome atinge 50% dos brasileiros (PONCE, 2011), e em estágios mais graves pode chegar a 80% (PERES, 2012).

Taxas elevadas de incidência e mortalidade reforçam a necessidade de identificação dos fatores de risco para instituição de medidas preventivas, diagnóstico precoce e melhor prognóstico da LRA. O risco para desenvolvimento dessa síndrome é aumentado pela grande exposição a fatores etiológicos ou aqueles que aumentam a susceptibilidade para LRA. Tais fatores incluem a idade avançada, o sexo feminino, a raça negra, o nível prévio de creatinina elevado, o uso crônico de anti-inflamatórios não hormonais, a presença de comorbidades como diabetes, a hipertensão ou insuficiência cardíaca, o tempo de internação prolongado, o uso de fármacos vasoativos ou nefrotóxicos, a acidose metabólica, a sepse, o politrauma, queimaduras, cirurgia cardíaca, uso de agentes de radiocontraste, a desidratação, a hipovolemia, a hipotensão, a doença pulmonar e a necessidade de ventilação mecânica (BALBI, 2009; KDIGO, 2012; PERES, 2012; RICCI & RONCO, 2012).

Nas unidades de terapia intensiva (UTI) a ventilação mecânica é comumente utilizada como suporte ventilatório e terapêutica para falência respiratória. Em casos de extremo comprometimento nas trocas gasosas é utilizada adicionalmente a pressão positiva ao final da expiração (PEEP) ou pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) para melhor oxigenação e manutenção da permeabilidade dos alvéolos e das vias aéreas menores. (PANNU e MEHTA, 2002)

O frequente uso da PEEP nas UTIs levou a um grande número de investigações acerca da associação entre alterações na hemodinâmica cardiopulmonar durante o uso de PEEP e a disfunção renal.

Nessa perspectiva este estudo justifica-se pela relevância e impacto da ventilação mecânica, mais especificamente da PEEP sobre a função renal, considerando que essa pressão pode interferir na fisiologia e particularmente, na função renal levando o indivíduo ao risco de maiores complicações. Dessa forma, o enfermeiro como membro da equipe multiprofissional pode ter a sua participação ativa desde a identificação à implementação de estratégias preventivas e de promoção de saúde com a finalidade de reduzir as taxas de morbimortalidade.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### ETIOLOGIA DA LESÃO RENAL AGUDA

A lesão renal aguda pode ser classificada de acordo com sua etiologia em pré-renal, quando é desencadeada por distúrbios hemodinâmicos e perfusão sanguínea inadequada, renal quando há comprometimento do parênquima renal devido à hipoperfusão sustentada ou nefrotoxicidade e pós-renal quando ocorre por obstrução das estruturas renais. (RICCI e RONCO, 2012)

Diariamente os rins filtram mais de 30 vezes o volume plasmático, sendo necessário que 25% do débito cardíaco seja destinado a esse fim. Na LRA pré-renal, desencadeada pela diminuição do volume circular efetivo, a lógica de funcionamento renal é modificada envolvendo todos os segmentos do néfron para poupar sódio a qualquer custo na tentativa de aumentar o volume circulante. Em decorrência dessa diminuição de volume, ocorre alteração de mecanismos hormonais que causam vasoconstrição das arteríolas glomerulares através do aumento na secreção de angiotensina II, catecolaminas, endotelina e hormônio anti-diurético. Conseqüentemente, o ritmo de filtração glomerular (RFG) diminui e os níveis de creatinina plasmática aumentam em proporção inversa, enquanto a concentração plasmática de ureia se eleva devido à ávida absorção de sódio e água nos túbulos proximais. Logo, o fluxo urinário é reduzido a menos de 400ml/dia. (ZATZ, 2000; BRODEN, 2009)

Se a situação que levou a hipoperfusão for sustentada ou se agravar desencadeando uma hipotensão arterial intensa e estado de choque, o objetivo passa a ser a conservação da perfusão dos tecidos cerebral e miocárdico. Com maior aporte sanguíneo sendo destinado à sobrevivência do indivíduo, ocorre isquemia da microcirculação renal, vasoconstrição dos rins e diminuição do ritmo de filtração glomerular em decorrência do baixo fluxo sanguíneo. O rim torna-se vulnerável à isquemia e à hipóxia, podendo ocorrer transição da LRA pré-renal para renal. (ZATZ, 2000; BRODEN, 2009)

Apesar de grande parte dos casos de LRA renal ser decorrente da pré-renal, há também casos em que as hipovolemias se instalam muito rápido sem tempo para uma fase pré-renal e outros casos onde efeitos tóxicos de medicamentos, peçonhas ou pigmentos levam à instalação da síndrome renal. (ZATZ, 2000; BRODEN, 2009; KDIGO, 2012)

Seja nefrotóxica ou isquêmica, a LRA renal tem um mecanismo fisiopatológico semelhante. Quando as células transportadoras de sódio e água são submetidas a longos períodos de hipóxia ou são lesadas de alguma forma, elas passam a não exercer suas funções, deixando de fazer o transporte e, portanto, não há reabsorção de sódio e água nos túbulos, ocorrendo a LRA renal não oligúrica. Além disso, a isquemia leva a despolarização das integrinas, moléculas especializadas que ajudam a manter as células firmemente ancoradas ao citoesqueleto do túbulo proximal e alça de Henle, fazendo com que essas células se desprendam da matriz extracelular obstruindo a luz do túbulo e reduzindo o RFG do néfron. No caso da nefrotoxicidade o mesmo mecanismo de despolarização e lesão celular ocorre, porém partindo do efeito tóxico dos compostos químicos sobre o rim que podem causar vasoconstrição renal e consequente diminuição do fluxo sanguíneo que chega ao rim, lesão tóxica direta com destruição celular, ambos determinando à hipóxia e desencadeando os mecanismos anteriormente citados. (ZATZ, 2000; BRODEN, 2009)

Resumindo, temos LRA oligúrica quando há predomínio de néfrons com microobstrução tubular e não oligúrica quando ocorre despolarização das células transportadoras de água e solutos.

Por fim, a LRA pós renal é causada principalmente por obstrução das vias urinárias. Seja qual for a causa da obstrução, a mesma acarreta aumento da pressão hidráulica da via urinária que se propaga pelos túbulos até o espaço de Bowman anulando a pressão efetiva de ultrafiltração e cessando o processo de filtração glomerular. Se a obstrução persistir, após um ou dois dias, há produção de vasoconstritores para manter baixo o RFG. Nesses casos pode ocorrer lesão do parênquima renal com desenvolvimento de necrose tubular aguda ou infecção renal. (ZATZ, 2000; BRODEN, 2009)

Pacientes que desenvolvem LRA permanecem hospitalizados por maior período de tempo, necessitando de terapêuticas com custos elevados e evoluem com altas taxas de mortalidade. Por isso, é de grande importância a aplicação de medidas preventivas em pacientes que apresentam risco para o desenvolvimento dessa síndrome com o objetivo de preservar a função renal, prevenir complicações e prevenir a necessidade de terapias de substituição renal (TSR). As medidas preventivas podem ser não farmacológicas ou farmacológicas, baseando-se em ações que minimizam a exposição ou a susceptibilidade para o desenvolvimento de LRA e começam a partir da avaliação dos indivíduos em risco. (CHERTOW, 2005; MEHTA, 2007; KDIGO, 2012)

A prevenção não farmacológica é realizada envolvendo a adequação da hidratação do paciente através da escolha do tipo de fluido a ser infundido e sua velocidade, bem como através da medida ideal de aporte hídrico desse indivíduo; a manutenção hemodinâmica, atentando para os parâmetros circulatórios a fim de garantir o transporte de oxigênio aos rins por meio de uma perfusão sanguínea adequada; o suporte nutricional individualizado, preferencialmente por via enteral; e a diminuição da exposição à nefrotoxinas, evitando o uso de substâncias como gentamicina, anfotericina B, aminoglicosídeos, contrastes, etc, e caso seja necessário o uso dessas substâncias deve ser feito por ajuste de dose individual para o paciente. A *Improving Global Outcomes* (KDIGO) sugere em casos de choque hemorrágico, no que tange à infusão de fluidos, o uso de cristaloides isotônicos ao invés de coloides para expansão intravascular. Já para a prevenção do desenvolvimento de LRA ou piora do quadro, é orientado o uso de protocolos preconizados para o manejo dos parâmetros hemodinâmicos e de oxigenação em pacientes de alto risco. (KDIGO, 2012; MEHTA, 2013)

As estratégias farmacológicas para a prevenção de LRA incluem o uso de fármacos para evitar o desenvolvimento da síndrome em indivíduos de alto risco ou para transformar casos oligúricos em não oligúricos. Os mais utilizados são o manitol ou a N-acetilcisteína (NAC), um antioxidante que bloqueia a ação dos radicais livres e proporciona o aumento da volemia elevando o ritmo de filtração glomerular; diuréticos de alça como a furosemida que atuam na alça de Henle estimulando o fluxo urinário; e dopamina, uma catecolamina que em doses baixas e intermediárias mantém a pressão arterial sistêmica enquanto sustenta ou eleva o fluxo renal e o ritmo de filtração glomerular. Apesar disso, KDIGO não sugere o uso de diuréticos ou dopamina na prevenção e tratamento de LRA, visto que não há evidências científicas que comprovem redução da incidência ou severidade da síndrome com o uso desses fármacos. É então recomendado que se realize expansão de volume intravascular com um isotônico de sódio ou soluções de bicarbonato de sódio, bem como a administração oral de NAC combinada com a solução cristalóide intravenosa. (BERNARDI, 2012; KDIGO, 2012)

Após o desenvolvimento da síndrome é necessário que sejam assumidas medidas terapêuticas para evitar a cronicidade do quadro. O tratamento da LRA envolve a eliminação das causas conhecidas e ações de suporte direcionado para as consequências da uremia aguda. A terapêutica tem por objetivo normalizar o equilíbrio hídrico, resolver as inadequações hemodinâmicas e promover a formação de urina. Portanto, o uso de terapias de reposição de volume, terapias nutricionais e terapias de substituição renal são largamente utilizadas. (PALUMBO, 2011)

O suporte nutricional é de suma importância para o paciente com LRA visto que estes podem desenvolver desnutrição devido ao hipercatabolismo e à reduzida ingestão de nutrientes. Para melhor adequação da dieta é necessária avaliação laboratorial composta principalmente pelas proteínas viscerais (albumina, transferrina, e pré-albumina), visando analisar a resposta metabólica ao suporte nutricional. A ingestão de líquidos, eletrólitos e sais minerais deve ser controlada para evitar sobrecarga hídrica e anormalidades eletrolíticas. (BALBI, 2011)

## **LESÃO RENAL AGUDA E TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA**

Com relação a terapia renal substitutiva (TRS), a diálise aguda é indicada em casos de síndrome urêmica, hiperpotassemia, acidose, sobrecarga de líquidos ou profilaticamente em pacientes com LRA quando os níveis de nitrogênio ureico no plasma chegam a 100mg/dL ou quando a depuração de creatinina é menor que 7-10ml/min/1,73m<sup>2</sup>. As TRSs se dividem em intermitente e contínua, além da diálise peritoneal, distinguindo-se em seu processo de depuração do sangue. (PALUMBO, 2011; KDIGO, 2012)

As terapias extracorpóreas de purificação do sangue intermitentes são realizadas por curtos períodos de aproximadamente 3 à 12 horas por dia, sendo a hemodiálise intermitente ou a convencional (HDI). O processo difusional que utiliza membranas de baixo fluxo e baixa permeabilidade levam em torno de 3 à 4 horas; hemodiálise diária estendida (HDDE), processo de difusão com membranas de baixo fluxo e semipermeáveis se prolongam por no mínimo 6 horas e no máximo 12 horas. A hemodiálise sustentada de baixa eficiência (HDSBE), representa uma terapia difusiva como a HDDE porém com duração de 12 horas; e a ultrafiltração isolada (UFI), caracterizada pelo processo de ultrafiltração aguda e intermitente indicada para a retirada de líquidos através de uma membrana de baixa permeabilidade e sem a utilização de solução de diálise. (DAUGIRDIS, 2000)

Já as TRSs contínuas são realizadas por longos períodos, usualmente de 24 horas, sendo a hemodiálise contínua (HD), uma terapia difusiva subdividida em hemodiálise arteriovenosa contínua e venovenosa contínua. A hemofiltração contínua é subdividida em arteriovenosa, venovenosa e a hemofiltração de alto volume, utiliza o processo de convecção. A hemodiafiltração, também é subdividida em arteriovenosa e venovenosa, porém se dá pelos processos de convecção e difusão simultaneamente; e por fim a ultrafiltração lenta contínua,

caracterizada pela remoção de líquidos a partir de uma membrana de baixa permeabilidade sem a utilização de solução de diálise. (DAUGIRDIS, 2000)

No que tange à diálise peritoneal a depuração do sangue ocorre através da membrana peritoneal que reveste a cavidade abdominal utilizando o processo de difusão, ultrafiltração e absorção simultaneamente. São empregadas soluções de diálise padrão encontradas de 1 a 3 litros de variados tipos e concentrações. O processo é realizado infundindo-se a solução de diálise no peritônio do paciente por meio de um cateter, o dialisato permanece por um determinado período de tempo na cavidade para que ocorra a transferência de solutos e líquidos, e então é drenado e desprezado. Os tipos de diálise peritoneal são a diálise peritoneal intermitente (DPI), após instalada tem o tempo de duração preconizado de 24 a 48 horas em ambiente hospitalar com troca de solução a cada 1 ou 2 horas. Na diálise peritoneal ambulatorial contínua (CAPD), o abdome fica sempre preenchido com solução de diálise e sua troca ocorre a cada 4 ou 6 horas; a diálise peritoneal automatizada (APD), é uma modalidade de diálise contínua realizada por uma cicladora; a diálise peritoneal noturna (NIPD), é feita durante a noite pela cicladora enquanto durante o dia a cavidade fica vazia; a diálise peritoneal contínua por cicladora (CCPD), caracteriza-se pela troca das soluções durante o período noturno pela cicladora; e na CCPD com troca manual, uma ou mais trocas de soluções extras são realizadas durante o dia. (DAUGIRDIS, 2000; TRAJANO & MARQUES, 2005)

## **VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Evidências científicas demonstram que a ventilação mecânica é um fator relevante para o desenvolvimento de lesão renal aguda e propõem diversos mecanismos para explicar tal vínculo, ressaltando que a relação entre pulmões e rins é clinicamente importante no processo saúde-doença (PIERSON, 2006). Tal afirmação deve-se ao fato dos rins e pulmões trabalharem juntos para manter o equilíbrio ácido-base do organismo em circunstâncias normais.

Estudos com modelos animais observaram uma diminuição de 40% no fluxo urinário, 23% no clearance de creatinina e 63% na excreção de sódio urinário relacionadas ao uso da PEEP acima de 10 cmH<sub>2</sub>O. Nos estudos com seres humanos várias afirmações foram confirmadas, provando que a elevação da PEEP pode causar declínio do débito cardíaco, da

pressão arterial média, da excreção de sódio e do ritmo de filtração glomerular após 30 minutos da estratégia iniciada. (PANNU & MEHTA, 2002)

Nessa perspectiva, a ventilação mecânica em combinação com a PEEP elevada causa significantes mudanças na hemodinâmica cardiovascular levando a uma diminuição do volume sanguíneo que chega ao rim. Qualquer redução no débito cardíaco afeta o fluxo sanguíneo renal e conseqüentemente o ritmo de filtração glomerular, o que resulta em um possível estado pré-renal. (PANNU & MEHTA, 2002; BRODEN, 2009)

## **LESÃO RENAL AGUDA INDUZIDA PELA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

De acordo com LUQUE, 2008, há três mecanismos determinantes da lesão renal aguda induzida pela ventilação mecânica. Esses mecanismos são representados pelos efeitos dos gases arteriais, pela liberação sistêmica de agentes inflamatórios (biotrauma) e pela influência sobre o fluxo sanguíneo sistêmico e renal.

Nos pacientes ventilados mecanicamente pode haver uma mudança nos níveis de pressão parcial do oxigênio no sangue arterial (PaO<sub>2</sub>) e na pressão parcial do gás carbônico no sangue arterial (PaCO<sub>2</sub>), que por sua vez podem influenciar a hemodinâmica renal. Hipoxemias severas, em que a PaO<sub>2</sub> está abaixo de 40mmHg, podem reduzir o fluxo sanguíneo renal levando a uma diminuição na taxa de filtração glomerular. Enquanto a hipercapnia, diretamente, causa vasoconstrição renal e estimula a liberação de noradrenalina que age no sistema nervoso simpático e, indiretamente, ocorre vasodilatação sistêmica e aumento na resistência vascular, inativando os barorreceptores com conseqüente liberação de noradrenalina e estimulação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, impondo uma redução do fluxo sanguíneo renal. (KUIPER, 2005; BRODEN, 2009; KOYNER & MURRAY, 2010)

Outro mecanismo pelo qual a ventilação mecânica pode interferir na função renal é o biotrauma, ou seja, inflamação pulmonar e sistêmica em decorrência de ventilação lesiva. Nessa situação, há estímulo da liberação de mediadores inflamatórios na circulação sistêmica, a depender da estratégia ventilatória estabelecida e existência de doença pulmonar prévia e esses mediadores podem possuir ações biológicas que influenciam o funcionamento de diversos órgãos (PIERSON, 2006). A estratégia ventilatória assume um importante papel neste

mecanismo, se prejudicial, a mesma pode causar um aumento da apoptose celular epitelial nos rins e dos níveis de biomarcadores que indicam prejuízo na função renal. O principal responsável pela apoptose celular é a proteína solúvel Fas ligante, um mediador que, conforme evidências científicas em pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo submetidos a ventilação mecânica, apresenta significativa correlação com mudanças de seus níveis e dos níveis de creatinina, indicando portanto alterações na função renal. (LUQUE, 2008; MATEJOVIC & RADEMACHER, 2010)

Foi observado ainda que estratégias convencionais de ventilação mecânica em pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo estão associadas à resposta local e sistêmica de citocinas (TNF, IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, etc) sustentadas por mais de 36 horas. Essas citocinas podem ser produzidas nos pulmões e, após serem liberadas na circulação sistêmica, atingem outros órgãos e podem exercer seus efeitos sobre os rins. Um aumento na concentração de interleucina 6 (IL-6) plasmática pode estar relacionado ao desenvolvimento de lesão renal aguda, além disso, níveis elevados de citocinas anti-inflamatórias sinalizam uma relação entre a mortalidade e pacientes com LRA. (LUQUE, 2008)

A ventilação mecânica pode também atuar sobre a função renal através da diminuição do débito cardíaco e redistribuição do fluxo sanguíneo renal, e desencadear uma diminuição do aporte de oxigênio aos rins. Isso ocorre devido ao aumento da pressão intra-abdominal (IAP), principalmente quando níveis elevados de pressão positiva ao final da expiração (PEEP) são instituídos e há transmissão da pressão intra-torácica para o abdome (VERZILLI, 2010). Foi comprovado que o uso de PEEP maior que 10 cmH<sub>2</sub>O durante a ventilação mecânica encontra-se como fator predisponente para a elevação da IAP. (BERSANI, 2009)

A pressão intra-abdominal em pacientes enfermos adultos varia de 4 a 7 mmHg, na vigência de valores sustentados maiores ou iguais a 12 mmHg pode-se classificar como hipertensão intra-abdominal (IAH) e acima de 20 mmHg, associados a disfunções de outros órgãos, chama-se síndrome compartimental abdominal (ACS). Essa pressão elevada causa compressão de vasos intra-torácicos e intra-abdominais comprometendo o retorno venoso. Conforme duração e intensidade da IAH há compressão direta do coração, pulmões e aorta, levando a um decréscimo no débito cardíaco, elevação da pressão venosa central e de oclusão da artéria pulmonar, dentre outros efeitos (MOHMAND & GOLDFARB, 2011). A pressão intra-abdominal elevada pode também causar compressão da veia renal, levando a um aumento

da resistência vascular com prejuízo do fluxo venoso e conseqüentemente diminuição progressiva da perfusão glomerular. (MATTHEW, 2013)

Por fim, a ventilação mecânica pode também atuar sobre o débito cardíaco diminuindo a pré-carga e afetando a geometria do ventrículo esquerdo, o volume/resistência vascular pulmonar e, ainda, aumentando a pré-carga do ventrículo direito. Essas mudanças hemodinâmicas levam a um imediato declínio do fluxo urinário após instituição da ventilação mecânica, efeito agravado pelo estabelecimento de altos níveis da PEEP. Assim, um declínio do débito cardíaco pode desencadear uma diminuição da perfusão renal, que culminará em redução de sua função. Além disso, a instauração da PEEP aumenta o tônus simpático com conseqüente diminuição da atividade de renina plasmática e, portanto, diminuição do ritmo de filtração glomerular por reduzir o fluxo sanguíneo. (KUIPER, 2005)

Como previamente mencionado pacientes internados na unidade de terapia intensiva apresentam descompensação de um ou mais sistemas orgânicos e/ou estão potencialmente graves, nesta direção há grande possibilidade de instalação da lesão renal aguda principalmente quando submetidos à ventilação mecânica. A LRA se apresenta como importante preditor de mortalidade nesse âmbito (KOYNER & MURRAY, 2010) e por isso é necessário maior atenção por parte dos profissionais de saúde envolvidos no cuidado deste paciente que precisa de respostas individuais e complexas para atender suas necessidades.

## **A ENFERMAGEM E O PACIENTE SOB VENTILAÇÃO MECÂNICA NA TERAPIA INTENSIVA**

Nas unidades hospitalares o profissional que assume os cuidados aos pacientes graves é o enfermeiro, além disso, este se encarrega de atividades de organização e coordenação dos serviços, exercendo de maneira combinada as funções assistenciais e gerenciais (CAMELO, 2012). Para garantir eficácia no desenvolvimento de suas funções este profissional deve aliar à sua prática diária, o conhecimento técnico e científico, domínio da tecnologia, individualização do cuidado, humanização e, não menos importante, qualidade na assistência prestada (CAMELO, 2012). Sobretudo, em função da complexidade do cuidado a ser dispensado nas UTIs, o enfermeiro deve estar preparado para qualquer intercorrência, sendo necessária

capacitação adequada e conciliação de competências profissionais específicas. (VARGAS & BRAGA, 2006)

Com o propósito de facilitar e padronizar o cuidado, implementa-se o processo de Enfermagem, para possibilitar a individualização e organização dos serviços prestados. No âmbito da terapia intensiva a aplicação do processo de Enfermagem está sendo percebida como uma atividade de grande importância, visto que a realização de uma assistência rápida e de qualidade é indispensável ao paciente crítico (AMANTE, 2009). De acordo com Wanda Horta (1979, p. 35), o processo de Enfermagem é definido como “a dinâmica das ações sistematizadas e inter-relacionadas, que visam a assistência ao ser humano e caracteriza-se pelo inter-relacionamento e dinamismo de suas fases ou passos”, sendo hoje denominado de Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE) e dividido em seis etapas.

A implementação da SAE tem relevância para o enfermeiro tanto como objeto de amparo profissional, quanto de qualificação científica de seu serviço através da produção de conhecimento baseado em evidências e desenvolvimento de raciocínio clínico e crítico (OLIVEIRA, 2012). Raciocínio este, essencial ao paciente que se encontra em situação de risco à desenvolver LRA.

Além de cuidador e das atividades previamente citadas, o enfermeiro tem o papel de educador, sendo atribuído a esse profissional a responsabilidade de acompanhar o paciente abrangendo-o como um todo, visto que é o profissional que atua de maneira mais constante e próxima do cliente. Antes mesmo da instalação da LRA o enfermeiro deve estar atento a todos os fatores de risco que permeiam o histórico do paciente, de forma a assumir as melhores decisões cabíveis ao seu estado de saúde. Para tal, é necessário que esse se mantenha atualizado no que tange aos protocolos de prevenção, diagnóstico e tratamento pré-estabelecidos seja pela instituição em que trabalha, seja pelas organizações nacionais e internacionais. (FIGUEIREDO, 2005; SANTOS, 2011)

O enfermeiro deve ainda observar todas as variáveis clínicas do indivíduo com LRA, para que seja possível a realização precoce do diagnóstico, viabilizando um melhor prognóstico. Nos casos em que o paciente é submetido à ventilação mecânica o profissional deve reconhecer os riscos e possíveis consequências renais em decorrência dessa intervenção e realizar todos os procedimentos para prevenção da LRA. Após a instalação da síndrome, é necessário que haja um acompanhamento constante com análise dos parâmetros hemodinâmicos, bem como dos

fatores etiológicos da síndrome, visto que esta deve ser controlada e devidamente tratada. (FIGUEIREDO, 2005; BRODEN, 2009; SANTOS, 2011)

No que diz respeito à terapêutica multidisciplinar da LRA, tornou-se impossível a um só profissional obter todas as informações presentes nos estudos no âmbito da atenção primária, secundária, terciária e empregá-las na assistência ao paciente e seus familiares. O enfermeiro, encontra-se então como o agente que irá oferecer suporte ao paciente durante o processo de tratamento e recuperação, realizando todas as ações essenciais para reabilitação do mesmo. Durante o processo terapêutico cabe ao profissional de Enfermagem realizar os procedimentos dialíticos, bem como terapia medicamentosa e nutricional, reforçando as orientações para o autocuidado quando necessárias. (FIGUEIREDO, 2005; SANTOS, 2011)

Portanto, constata-se que o enfermeiro é o profissional que estabelece um maior contato com o paciente e por isso, torna-se o elo com os demais profissionais da área da saúde. Cumprindo com suas atribuições, este precisa estar atento a todos os parâmetros que envolvem o paciente crítico registrando todo o cuidado prestado, bem como avaliando seu estado e atentando-se aos fatores de risco predisponentes ao desenvolvimento da lesão renal aguda, com a finalidade de assegurar a estabilidade do estado de saúde e evitar ações que o prejudiquem, visto que sua enfermidade pode progredir para a cronicidade.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

- Caracterizar a influência da ventilação mecânica com pressão positiva ao final da expiração (PEEP) sobre a função renal em pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

#### **3.2 Específicos**

- Fazer um levantamento bibliográfico acerca das variáveis influenciadoras no desenvolvimento de lesão renal aguda em pacientes submetidos à ventilação mecânica;
- Determinar o dano renal em decorrência do uso de elevados níveis de PEEP em pacientes graves submetidos à ventilação mecânica;
- Verificar a frequência de lesão renal aguda em pacientes submetidos à ventilação mecânica com PEEP elevada nas unidades de terapia intensiva a partir da classificação RIFLE;
- Caracterizar os pacientes de acordo com o seu prognóstico, utilizando o índice APACHE;
- Classificar lesão renal aguda induzida por ventilação mecânica com PEEP elevado.

## 4. MÉTODO E CASUÍSTICA

**Tipo de estudo:** Estudo longitudinal, prospectivo, quantitativo, descritivo.

Estudos longitudinais são estudos onde existe uma sequência temporal conhecida entre uma exposição, ausência da mesma ou intervenção terapêutica, e o aparecimento da doença ou fato evolutivo. Destinam-se a estudar um processo ao longo do tempo para investigar mudanças, ou seja, refletem uma sequência de fatos (HADDAD N, 2004).

**4.2. Local de desenvolvimento do estudo:** Foi desenvolvido na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Regional de Ceilândia.

**4.3. Período de coleta de dados:** Ocorreu durante o período de seis meses.

**4.4. Casuística:** Foi constituída de 27 pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva sob suporte de ventilação mecânica.

**4.4.1. Critérios de inclusão:** Foram incluídos os pacientes:

- com idade acima de 18 anos;
- com assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido;
- sob suporte de ventilação mecânica;
- com pressão positiva no final da expiração (PEEP);
- sem história de disfunção renal prévia (de acordo com a Classificação RIFLE – estágio de risco).

**4.4.2. Critérios de exclusão:** Foram excluídos os pacientes:

- crianças;
- que rescindiram o TCLE;
- com história de insuficiência renal crônica (taxa de filtração glomerular < 60mL/min/1.73m<sup>2</sup>).

**4.5. Considerações éticas:** Obedecendo a Resolução 196/96, este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde da SES – FEPECS/SES sob CAAE 18021313.5.0000.5553. Todos os participantes ou seus representantes legais formalizaram a sua participação no projeto por meio da aquiescência obtida através da assinatura no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A).

A liberdade do consentimento foi particularmente garantida para todos os participantes da pesquisa, assim como o sigilo, assegurando a privacidade a estes quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, bem como a possibilidade que os mesmos desistissem em qualquer fase do estudo, ou se recusassem a participar do mesmo.

Os benefícios esperados estão relacionados com a melhora da qualidade assistencial, individualização planejada da estratégia de cuidados dos pacientes e consequente aumento da expectativa de vida dos pacientes a longo prazo.

Os resultados obtidos serão divulgados internamente na Instituição e também à comunidade científica, através da divulgação em congressos e revistas.

**4.6. Operacionalização da coleta de dados:** Ocorreu em etapas como segue abaixo:

**Na etapa 1** – Verificou-se se o paciente era portador da LRA utilizando o critério creatinina sérica da classificação RIFLE (estágio de risco). Na ausência da LRA e na vigência de suporte ventilatório mecânico com PEEP, o paciente foi acompanhado por meio dos registros em prontuário enquanto manteve-se sob ventilação mecânica para caracterização da função renal.

**Na etapa 2** - Os pacientes selecionados foram alocados em grupos de acordo com o valor da PEEP, da seguinte forma:

GRUPO 1 – pacientes com  $PEEP \leq 5\text{cmH}_2\text{O}$ ;

GRUPO 2 – pacientes com  $PEEP > 5\text{cmH}_2\text{O}$  e  $< 10\text{cmH}_2\text{O}$ ;

GRUPO 3 – pacientes com  $PEEP \geq 10\text{cmH}_2\text{O}$

**Na etapa 3** – Foi realizado o estadiamento da função renal do paciente, adotando a classificação RIFLE, a partir nos critérios fluxo urinário e creatinina sérica.

**Na etapa 4** – Foi realizada a identificação prognóstica dos pacientes por meio da aplicação do índice APACHE II (ANEXO B).

**Na etapa 5** – Verificou-se o desfecho dos pacientes ao término da internação na UTI (alta, óbito).

**Na etapa 6** - Os dados foram registrados no questionário estruturado (APÊNDICE A), contendo dados de identificação (peso, altura, raça, idade), clínicos (comorbidades, tempo de internação, tempo de ventilação mecânica, parâmetros ventilatórios, fluxo urinário), hemodinâmicos (pressão arterial, oximetria, frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura), laboratoriais (creatinina sérica, potássio sérico, ureia,). Todos os registros foram armazenados em planilha excel para análise. Os pacientes classificados nos estágios de risco, lesão ou falência renal pela classificação RIFLE foram considerados com “disfunção”renal, contrastando com os pacientes normais.

#### **4.7. Definições**

**Lesão renal aguda:** Foi definido com LRA o paciente que apresentou aumento de 50% na creatinina sérica ou diminuição da TFG de 25% em tempo menor ou igual a uma semana ou ainda redução do fluxo urinário  $<0,5\text{mL/kg/h}$  por 6 horas de acordo com a classificação RIFLE (ANEXO C).

**APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation)** - representa um sistema de pontuação para determinar a extensão do comprometimento dos órgãos ou taxa de falha. A pontuação é baseada em seis variáveis pertinentes aos sistemas respiratório, cardiovascular, hepático, hematopoiético (coagulação), renal e neurológico (KNAUS; DRAPER et al., 1985).

**4.8. Tratamento estatístico:** Os dados foram expressos em frequência absoluta (n) e frequência relativa (%) e em mediana e percentil 25 e 75. A análise das variáveis categóricas foi realizada por meio do teste exato de Fisher.

A análise de variáveis contínuas foi realizada por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados significativos.

## 5. RESULTADOS

Neste estudo foram avaliados 27 pacientes sob ventilação mecânica internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital Regional de Ceilândia. Na amostra houve predominância do sexo masculino (59,3%), média de idade de 50 anos e de índice de massa corpórea (IMC) de 26 kg/m<sup>2</sup>. Revelado tendência ao sobrepeso em 40,7% da amostra. A maioria (66,7%) dos pacientes receberam infusão contínua de drogas vasoativas, com predomínio (53,3%) de noradrenalina. A média do índice APACHE II foi de 16,2 e o tempo médio de ventilação mecânica foi de 11 dias. Segundo a classificação RIFLE, 100% dos pacientes evoluíram com disfunção renal e dentre as comorbidades, a hipertensão arterial sistêmica se revelou mais frequente (22,2%) e o infarto agudo do miocárdio foi identificado em 3,7% da amostra. O diagnóstico médico mais frequente (18,5%) foi a pneumonia. O maior percentual (70,4%) de pacientes estava sob ventilação mecânica invasiva com uma PEEP >5cmH<sub>2</sub>O e <10cmH<sub>2</sub>O (grupo 2), enquanto 3,7% dos pacientes da amostra estava no grupo 1 (PEEP de 0 a 5cmH<sub>2</sub>O). Do total de pacientes acompanhados, 44,4% evoluíram ao óbito (Tabela 1).

**Tabela 1** - Distribuição dos pacientes de acordo com as características demográficas e clínicas. Distrito Federal, 2014.

<b>Características (n=27)</b>	<b>n (%)</b>	<b>Média (±DP)</b>	<b>Mediana (25-75)</b>
Idade (anos) <sup>a</sup>	-	50 ± 19	-
Sexo masculino <sup>b</sup>	16 (59,3 %)		
IMC* (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a,iv</sup>	-	26 ± 9	-
Obeso <sup>b,iv</sup>	5 (18,5 %)	-	-
Sobrepeso <sup>b,iv</sup>	11 (40,7 %)	-	-
Uso de drogas vasoativas <sup>b</sup>	18 (66,7 %)	-	-
Noradrenalina	16 (53,3 %)	-	-
Dobutamina	1 (3,7 %)	-	-
APACHE II <sup>a***</sup>	-	16,2 ± 4,5	-
Tempo de ventilação (dias) <sup>c</sup>	-	-	11 (7 - 29)
Disfunção renal (RIFLE) <sup>b</sup>	27 (100,0 %)	-	-

Continuação na próxima página

**Tabela 1** - Distribuição dos pacientes de acordo com as características demográficas e clínicas. Distrito Federal, 2014 (CONTINUAÇÃO).

<b>Características (n=27)</b>	<b>n (%)</b>	<b>Média (±DP)</b>	<b>Mediana (25-75)</b>
<b>Diagnósticos Médicos</b>			
Pneumonia	5 (18,5%)		
AVCI	2 (7,4%)		
Insuficiência respiratória	2 (7,4%)		
Gastrite hemorrágica	2 (7,4%)		
Agressão por arma de fogo	3 (11,1%)		
Dor abdominal	2 (7,4%)		
<b>Comorbidades<sup>b**</sup></b>			
Hipertensão	6 (22,2 %)	-	-
Diabetes	3 (11,1 %)	-	-
Cardiopatía	1 (3,7 %)	-	-
IAM	1 (3,7 %)	-	-
<b>PEEP<sup>b</sup></b>			
Grupo 1	1 (3,7 %)	-	-
Grupo 2	19 (70,4 %)	-	-
Grupo 3	7 (25,9 %)	-	-
Óbitos	12 (44,4 %)	-	-

<sup>a</sup>média ± desvio padrão, <sup>b</sup>n (%), <sup>c</sup>mediana (25% - 75%); \*IMC = índice de massa corpórea; AVCI= acidente vascular cerebral isquêmico; \*\* = um ou mais dados por paciente; \*\*\* = 18 pacientes com dados; <sup>iv</sup> = 4 pacientes com dados. Grupo 1= PEEP ≤5cmH2O; Grupo 2= PEEP >5cmH2O e <10cmH2O; Grupo 3= PEEP de ≥10cm de H2O

A tabela 2 mostra que a maioria (55,6%) dos pacientes foram classificados no estágio de lesão renal segundo os critérios da classificação RIFLE e um menor percentual (7,4%) se enquadraram no estágio de risco para lesão renal. Nenhum paciente foi estratificado com função renal normal. De acordo com o critério fluxo urinário da classificação RIFLE, 13 pacientes (48,2%) estavam no estágio de lesão renal e 7 pacientes (25,9%) no estágio de risco e falência da função renal, respectivamente. O critério creatinina sinalizou 8 pacientes (29,6%) classificados no estágio de lesão renal e 4 pacientes (14,8%) no estágio falência renal.

**Tabela 2** - Distribuição dos pacientes em estágios de disfunção renal de acordo com a classificação RIFLE. Distrito Federal, 2014.

Estágio	Critério	Critério Fluxo	n (%)
	Creatinina	urinário	
normal	9 (33,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
risco	6 (22,2%)	7 (25,9%)	2 (7,4%)
lesão	8 (29,6%)	13 (48,2%)	15 (55,6%)
falência	4 (14,8%)	7 (25,9%)	10 (37,0%)

Na tabela 3 foi constatado que a maioria dos pacientes (40,7%) que estavam sob ventilação mecânica com uma PEEP >5cmH<sub>2</sub>O e <10cmH<sub>2</sub>O, evoluíram com lesão renal aguda pela classificação RIFLE, seguido de 25,9% com falência renal. Ainda, 11,1% dos pacientes estavam no grupo 3 (PEEP ≥10cmH<sub>2</sub>O) e foram estratificados com lesão e falência renal, respectivamente. Dos pacientes que fizeram uso de uma PEEP de até 5cmH<sub>2</sub>O, um menor percentual (3,7%) evoluiu com lesão renal.

**Tabela 3** - Distribuição dos pacientes em estágios de disfunção renal de acordo com o valor da PEEP. Distrito Federal, 2014.

Grupo PEEP	Classificação RIFLE (n = 27)		
	Risco	Lesão renal	Falência renal
grupo 1	0 (0,0%)	1 (3,7%)	0 (0,0%)
grupo 2	1 (3,7%)	11 (40,7%)	7 (25,9%)
grupo 3	1 (3,7%)	3 (11,1%)	3 (11,1%)

Grupo 1= PEEP ≤5cmH<sub>2</sub>O; Grupo 2= PEEP >5cmH<sub>2</sub>O e <10cmH<sub>2</sub>O; Grupo 3= PEEP de ≥10cm de H<sub>2</sub>O

A tabela abaixo mostra que a maioria (45,8%) dos pacientes acompanhados estavam sob ventilação mecânica com uma PEEP >5cmH<sub>2</sub>O e <10cmH<sub>2</sub>O e evoluíram com lesão renal aguda, enquanto, 29,2% evoluíram com falência renal pela classificação RIFLE. Dos pacientes estratificados no grupo 3 (PEEP ≥10cmH<sub>2</sub>O), 12,5% evoluíram com lesão e falência renal respectivamente. Essa associação não foi estatisticamente significativa.

**Tabela 4** – Associação da função renal de acordo com a Classificação RIFLE e o uso da PEEP dos pacientes internados na UTI. Distrito Federal, 2014.

Grupo PEEP	Classificação RIFLE (n = 24)		p
	Lesão renal	Falência renal	
<b>Grupo 2</b>	11 (45,8%)	7 (29,2%)	0,49
<b>Grupo 3</b>	3 (12,5%)	3 (12,5%)	

Teste exato de Fisher; Grupo 1= PEEP  $\leq$ 5cmH<sub>2</sub>O; Grupo 2= PEEP >5cmH<sub>2</sub>O e <10cmH<sub>2</sub>O; Grupo 3= PEEP de  $\geq$ 10cm de H<sub>2</sub>O

Nas tabelas 5 e 6 verificou-se associação significativa entre o índice de massa corpórea (IMC) e o óbito (p=0,07), sinalizando que os pacientes com IMC  $\geq$  25 evoluem com maior mortalidade.

**Tabela 5** - Distribuição dos pacientes de acordo com a relação entre IMC $\geq$ 25 e a ocorrência de óbito. Distrito Federal, 2014.

	Óbito		p
	Não (n = 11)	Sim (n = 12)	
<b>Sobrepeso ou obeso (IMC <math>\geq</math> 25 kg/m<sup>2</sup>)</b>	3 (27,3%)	8 (66,7%)	0,07

Teste exato de Fisher  
\*4 pacientes sem IMC

**Tabela 6** - Distribuição dos pacientes de acordo com a relação entre IMC e ocorrência de óbito. Distrito Federal, 2014.

	Óbito		P
	Não (n = 11)	Sim (n = 12)	
<b>Índice de massa corpórea (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,0 (16,9 – 25,2)	28,0 (23,1 – 31,3)	0,023

Teste de Mann-Whitney; Dados expressos em mediana (25% - 75%)

Neste estudo (Tabelas 7 e 8) observou-se que um maior percentual (60%) de pacientes com  $IMC \geq 30$  foram estratificados no grupo 3 (PEEP  $\geq 10$  cmH<sub>2</sub>O). A associação entre essas variáveis foi estatisticamente significativa ( $p=0,024$ ,  $p=0,048$ ).

**Tabela 7** - Distribuição dos pacientes de acordo com a associação entre o índice de massa corpórea maior ou igual a 30 com o valor da PEEP em pacientes sob ventilação mecânica. Distrito Federal, 2014.

	Grupo PEEP		P
	Grupo 2 (n = 17)	Grupo 3 (n = 5)	
<b>Obeso (IMC <math>\geq 30</math> kg/m<sup>2</sup>)</b>	1 (5,9%)	3 (60,0%)	0,024

Teste exato de Fisher; IMC=índice de massa corpórea  
\*4 pacientes sem IMC

**Tabela 8** – Associação entre o índice de massa corpórea maior ou igual a 30 com o valor da PEEP em pacientes sob ventilação mecânica. Distrito Federal, 2014.

	Grupo PEEP		P
	Grupo 1 ou 2 (n = 18)	Grupo 3 (n = 5)	
<b>Obeso (IMC <math>\geq 30</math> kg/m<sup>2</sup>)</b>	2 (11,1%)	3 (60,0%)	0,048

Teste exato de Fisher; Grupo 1= PEEP  $\leq 5$ cmH<sub>2</sub>O; Grupo 2= PEEP  $>5$ cmH<sub>2</sub>O e  $<10$ cmH<sub>2</sub>O; Grupo 3= PEEP  $\geq 10$ cm de H<sub>2</sub>O;\*4 pacientes sem IMC; IMC= índice de massa corpórea

Avaliando-se a gravidade dos pacientes foi possível associar o índice APACHE II dos pacientes acompanhados no estudo à ocorrência de disfunção renal. De acordo com a classificação RIFLE, constatou-se que os pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva com um índice APACHE mediano de 18 foram classificados no estágio de falência renal, e os pacientes com índice APACHE mediano de 15, no estágio de risco ou lesão renal. Essa associação foi significativa ( $p=0,046$ ).

**Tabela 9** – Associação entre o índice APACHE e a ocorrência de disfunção renal de acordo com a Classificação RIFLE nos pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva. Distrito Federal, 2014.

	<b>Classificação RIFLE</b>		<b>P</b>
	<b>Risco ou Lesão (n = 9)</b>	<b>Falência (n = 9)</b>	
<b>Índice APACHE II</b>	15 (13 – 16)	18 (17 – 19)	0,046

Teste de Mann-Whitney; Dados expressos em mediana (25% - 75%)

## 6. DISCUSSÃO

Um interesse renovado no diagnóstico, prevenção e tratamento da LRA foi identificado (BASSO, 2010). Atualmente, a consciência da real incidência LRA e de seus efeitos letais em vários contextos clínicos aumentou drasticamente e alguns centros já implementaram a pontuação RIFLE em seus bancos de dados e registros médicos. (COLPAERT, 2007)

A ventilação mecânica (VM) é comumente considerada como um fator de risco para lesão renal aguda (LRA) no paciente crítico. Drury et al. (DRURY, 1947) foram os primeiros a descrever os efeitos da pressão positiva sobre a função renal em indivíduos saudáveis. Desde então, estudos, assim como este investigam o efeito da ventilação mecânica (VM) sobre o rim (KUIPER, 2005). No entanto, uma relação causal ou epidemiológica entre VM e LRA só foi sugerida em revisões narrativas (KUIPER, 2005; KO, 2009). Kuiper propôs que a VM pode levar ao desenvolvimento de LRA por meio de fatores hemodinâmicos ou lesão pulmonar induzida pelo ventilador, desencadeando uma reação inflamatória pulmonar com posterior liberação sistêmica de mediadores inflamatórios (KUIPER, 2005). Alguns estudos examinaram especificamente a liberação desses mediadores durante a VM (RANIERI, 1999). A relação precisa entre VM e posterior LRA ainda não está clara, o que estimulou o desenvolvimento deste estudo.

Neste estudo foram avaliados os dados de 27 pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Regional de Ceilândia visando demonstrar a relação entre a instituição da ventilação mecânica com pressão positiva ao final da expiração (PEEP) e o desenvolvimento de disfunção renal. As limitações vinculadas a este estudo estão relacionadas a carência de registros no prontuário eletrônico do paciente. Sobretudo, ressalta-se a dificuldade na inclusão de pacientes no estudo, considerando que estimadamente 50 à 60% das admissões na Unidade de Terapia Intensiva (cenário de coleta de dados) constituiu-se de pacientes com disfunção renal prévia, ratificando os achados de outros estudos em que a LRA tem se tornado um problema universal de saúde pública, identificada em cerca de 50% dos pacientes admitidos na UTI. (JÚNIOR, 2006)

A lesão renal aguda (LRA) é um problema de saúde recorrente em pacientes críticos e sua incidência é crescente. Estima-se que de 36% à 67% dos pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva desenvolvem disfunção renal. As causas são multifatoriais e podem estar associadas à diversos conjuntos de elementos como hipovolemias, sepse, nefrotoxinas e

distúrbios hemodinâmicos. Além disso, evidências científicas revelam que a necessidade de ventilação mecânica tem íntima relação com o desenvolvimento de disfunção renal (ABREU, 2013). No presente estudo 100% da amostra desenvolveu disfunção renal de acordo com os critérios da classificação RIFLE, ratificando os resultados das pesquisas publicadas nessa área de abrangência.

De acordo com Júnior et al, a prevalência de lesão renal aguda é expressivamente maior em indivíduos do sexo masculino, porém as taxas de mortalidade se encontram similares em ambos os sexos (JÚNIOR, 2006). Esses dados confirmam os achados do presente estudo, em que 59,3% dos pacientes pertencentes à amostra estudada eram do sexo masculino com idade média de 50 anos. Não há evidências sobre as causas dessa prevalência, porém ser do sexo masculino e ter idade média de 49,5 anos são fatores de risco para o desenvolvimento de disfunção renal, bem como de maior risco para mortalidade. (JÚNIOR, 2006)

Além dos fatores de risco supracitados, a literatura trata o aumento da PEEP associada à ventilação mecânica como um importante fator de risco para o desenvolvimento de disfunção renal. Isso deve-se aos efeitos hemodinâmicos e bio-humorais, distúrbios de gases sanguíneos e biotrauma decorrentes da ventilação mecânica invasiva, bem como ao aumento da pressão intra-abdominal advinda da instituição de valores elevados da PEEP (RICCI & RONCO, 2010; DENNEN, 2010). Uma metanálise (VAN DEN AKKER, 2012) mostrou que a ventilação mecânica invasiva está associada a um aumento de três vezes na probabilidade de ocorrência da LRA em pacientes criticamente enfermos. Entretanto de forma geral, a PEEP parece não modificar significativamente o risco para lesão renal aguda, assim como constatado neste estudo. (VAN DEN AKKER, 2012)

Neste estudo constatou-se que o critério fluxo urinário da classificação RIFLE apresentou melhor poder discriminatório para identificação da disfunção renal do que o critério creatinina em pacientes sob ventilação mecânica. Deve ser considerado que a creatinina sérica carece de sensibilidade e não oferece uma avaliação precoce e em tempo real da taxa de filtração glomerular, subestimando o grau de disfunção renal em um paciente gravemente enfermo. (DENNEN, 2010)

De acordo com Wlodzimirow et al, o uso de RIFLE e a ausência dos critérios de urina implica na subestimação significativa da incidência e do grau de LRA, retardo significativo do diagnóstico de LRA e subestimação das taxas de mortalidade. Notavelmente, a análise realizada por Wlodzimirow e colaboradores revela que o diagnóstico da LRA durante a primeira semana

de internação na UTI foi duplicado pelo RIFLE (critérios creatinina e fluxo urinário), provavelmente devido aos períodos transitórios de oligúria e não pelo aumento do nível de creatinina. (WLODZIMIROW, 2012)

O 2º Censo Brasileiro de UTI relatou uma média de 1 à 6 dias de internação e em UTIs internacionais esse valor diminui para uma média de 5,3 dias. O tempo médio de internação encontrado neste estudo foi de aproximadamente 11 dias, entretanto, é considerado prolongado o tempo de internação que excede sete dias. Na literatura, a estimativa desse tempo pode variar de 3 à 30 dias. (OLIVEIRA, 2010)

Pacientes admitidos em Unidades de Terapia Intensiva geralmente se encontram em grave estado de saúde, tal situação tem conduzido a realização de diversos estudos abordando importantes questões relacionadas ao perfil e gravidade desses pacientes. Visando padronizar e melhorar a qualidade dos cuidados relativos à saúde, profissionais e pesquisadores tem adotado o emprego do índice APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation), para descrever quantitativamente o grau de disfunção orgânica de pacientes gravemente enfermos traduzindo em números as alterações clínicas e laboratoriais do paciente. (FREITAS, 2010)

Neste estudo a média do índice APACHE foi de 16, superior ao valor encontrado na literatura (entre 12 e 14). Entretanto, evidências científicas sinalizam que o índice APACHE II acima de 16 tem representado um fator de risco para disfunção renal, mais especificamente lesão renal aguda (OLIVEIRA, 2010; PONCE, 2011). Neste estudo houve associação entre essas variáveis ( $p=0,046$ ).

Evidências revelam que 51,5% dos pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva fazem uso de drogas vasoativas. Sobretudo, pesquisas recentes demonstraram que o uso de drogas vasoativas está diretamente relacionado com a ocorrência de óbito e especialmente, a noradrenalina exerce efeitos sobre os rins que ainda não estão totalmente esclarecidos (JÚNIOR, 2006). Ressalta-se que neste estudo um número considerável de pacientes fez uso de drogas vasoativas (66,7%), com predomínio da noradrenalina em 53,3% dos casos.

As comorbidades mais encontradas neste estudo foram a hipertensão arterial sistêmica, o infarto agudo do miocárdio, obesidade e sobrepeso, diabetes e cardiopatias. A complicação mais frequente em 40,7% dos casos, foi o sobrepeso, seguido da hipertensão arterial sistêmica (22,2%), sendo menos frequente o infarto agudo do miocárdio (3,7%). Essas comorbidades se encontram em diversas pesquisas como fatores de risco para disfunção renal e para o óbito. (DENNEN, 2010; OLIVEIRA, 2010)

Como principal comorbidade deste estudo, a obesidade pode ser considerada uma epidemia de proporção mundial, se tornando um importante determinante para problemas cardiovasculares e outras doenças crônicas. A causa dessa condição de saúde é de origem multifatorial e inclui fatores biológicos e psicossociais. No Brasil, de acordo com o Ministério da Saúde, 15% da população é obesa e 48% tem sobrepeso (CHERTOW, 2006; JÚNIOR, 2013). Diversos estudos tem mostrado que os pacientes obesos tem fatores de risco distintos para o desenvolvimento de lesão renal aguda devido ao acúmulo de maior quantidade de comorbidades, porém a incidência de lesão renal aguda em obesos internados em UTI ainda não é totalmente conhecida. (SOTO, 2012)

A obesidade ou sobrepeso causa uma sobrecarga metabólica iniciando uma série de eventos como a hipertensão arterial sistêmica, que contribui para o desenvolvimento de lesão renal aguda. Ademais, o metabolismo atípico de lipídeos, fatores hemodinâmicos e o papel das citocinas inflamatórias também são mecanismos que contribuem para o aparecimento de disfunção renal. (GUEDES, 2010)

Pesquisas mostram que o risco para óbito aumenta de 20 à 40% em obesos quando comparados à indivíduos com IMC abaixo de 30 kg/m<sup>2</sup> (ADAMS, 2006). Neste estudo observou-se uma relação estatisticamente significativa entre essas variáveis (p=0,02). Pacientes com valores de IMC superiores a 25 cmH<sub>2</sub>O apresentaram maior risco de morte, além da necessidade de instituição de valores elevados da PEEP. No estudo de Soto et al a prevalência de lesão renal aguda teve aumento expressivo de acordo com o aumento do IMC e a maioria dos pacientes se enquadraram no estágio falência, com maior proporção quando o IMC foi  $\geq$  25 kg/m<sup>2</sup>. Demonstrou-se então que a probabilidade de desenvolvimento de lesão renal aguda em obesos seria duas vezes maior quando comparada aos indivíduos com IMC normal. (SOTO, 2012)

Com relação à necessidade de instituição de altos valores da PEEP nessa população acredita-se que isso relaciona-se à maior massa corporal e à rigidez pulmonar encontrada nesses indivíduos. Além disso, pacientes obesos estão mais suscetíveis ao desenvolvimento de atelectasias ou outras complicações pulmonares. Tendo em vista que a instituição da PEEP, tem por meta promover o aumento da capacidade residual funcional para melhorar a oxigenação através do recrutamento alveolar, bem como prevenir lesões pulmonares, é de suma importância considerar a gravidade desses pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva, para que complicações como atelectasias e outras possam ser evitadas. (JÚNIOR, 2013)

A gravidade dos pacientes internados nas Unidades de Terapia Intensiva é fator preponderante e decisivo na escolha do tratamento. São vários os problemas de saúde, que

necessitam da realização de procedimentos, muitas vezes, invasivos e que podem piorar o estado de saúde do indivíduo culminando em óbito. De acordo com Freitas, a mortalidade em Unidades de Terapia Intensiva é de 58,2%, similaridade constatada nos achados do presente estudo onde 44,4% da amostra evoluiu ao óbito. (FREITAS, 2010)

A LRA é uma complicação comum na UTI e que está relacionada com elevação da taxa de mortalidade dos pacientes (HOSTE, 2006; UCHINO, 2006), realidade verificada neste estudo. Há diferentes métodos para avaliação desses pacientes, entre eles há o índice APACHE, também adotado como ferramenta de avaliação de mortalidade neste estudo. A relação entre esse índice e a ocorrência de disfunção renal foi significativa ( $p=0,046$ ).

Demonstra-se então que é fundamental a atuação de uma equipe multiprofissional dentro da Unidade de Terapia Intensiva para minimizar e prevenir o desenvolvimento de disfunção renal e os seus fatores de risco, visto a complexidade do ser humano, principalmente quando hospitalizado e em estado crítico. Dessa forma é relevante sinalizar, que um único profissional não consegue isoladamente atender integralmente o paciente. Portanto, é imprescindível que haja a integração entre as diferentes categorias profissionais em prol do paciente, para que a implementação dos programas de saúde possa otimizar os mecanismos de prevenção, tornando mais precoce a identificação das anormalidades, com a finalidade de favorecer uma assistência de qualidade e segura. (MEIRA, 2010)

Nessa equipe multiprofissional destaca-se a participação do enfermeiro de forma ativa, visto que este profissional está diretamente em contato com o paciente e sobretudo rege a implementação de uma monitorização individualizada (SANTOS & MARINHO, 2013). Seguramente, a valorização da individualidade do ser humano e do seu estado de saúde possibilita estabelecer ações efetivas que satisfaçam as suas demandas, proporcionando um ambiente acolhedor e conseqüentemente facilitando o surgimento de laços de confiança entre profissional-paciente-família, ou seja, humanizando o cuidado. (MEDEIROS & MEDEIROS, 2013)

## 7. CONCLUSÃO

Concluiu-se o emprego da ventilação mecânica invasiva mostrou tendência em influenciar a função renal dos pacientes no cenário da UTI.

Foi verificado que o sobrepeso, obesidade, índice APACHE II e PEEP  $\geq 13$ cmH<sub>2</sub>O são fatores de risco para lesão renal aguda.

Foi evidenciado que todos os pacientes acompanhados estavam sob ventilação mecânica e evoluíram com lesão renal aguda.

O índice APACHE II  $\geq 13$  mostrou relação significativa com a ocorrência de lesão renal aguda em pacientes sob ventilação mecânica no cenário de terapia intensiva.

A lesão e falência renal ocorreram predominantemente nos pacientes com PEEP superior a 5 cmH<sub>2</sub>O.

Constatou-se que valores elevados de PEEP parece ter influência sobre a função renal, entretanto essa relação não foi significativa. Acredita-se que o aumento da amostra consiga sinalizar melhor essa relação. Futuros estudos podem contribuir para o refinamento desse resultado.

## 8. CONQUISTA OBTIDA DURANTE O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO



## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, K.L.S., et al. Lesão renal aguda em pacientes com doença pulmonar: interação rim-pulmão. *Rev. bras. ter. intensiva*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 130-136, 2013.

ADAMS, K.F., et al. Overweight, Obesity, and Mortality in a Large Prospective Cohort of Persons 50 to 71 Years Old. *N Engl J Med*, Massachusetts, v. 355, n. 8, p. 763-778, 2006.

AMANTE, L.N., et al. Sistematização da Assistência de Enfermagem em Unidade de Terapia Intensiva sustentada pela teoria de Wanda Horta. *Rev. Esc. Enferm USP*, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 54 -64.

BALBI, A.L., et al. Estudo prospectivo observacional sobre a incidência de injúria renal aguda em unidade de terapia intensiva de um hospital universitário. *J Bras Nefrol*, São paulo, v. 31, n. 3, p. 206-211, 2009.

BALBI, A.L., et al. Aspectos nutricionais na lesão renal aguda. *Rev Assoc Med Bras*, São Paulo, v. 57, n. 5, p. 600-606, 2011.

BASSO, F., et al. International survey on the management of acute kidney injury in critically ill patients: year 2007. *Blood Purif*, v. 16, p. 214 – 220, 2010.

BELLOMO, R., et al. Acute renal failure - definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *CritCare* 2004, 8:R204-R212

BERNARDI, R.M., et al. N-acetilcisteína e deferoxamina protegem contra insuficiência renal aguda induzida por isquemia/reperfusão em ratos. *Rev Bras Ter Intensiva*, Santa Catarina, v. 24, n. 3, p. 219-223, 2012.

BERNARDINA, L.D., et al. Evolução clínica de pacientes com insuficiência renal aguda em unidade de terapia intensiva. *Acta Paul Enferm*, São Paulo, v. 21, n. especial, p. 174-178, 2008.

BERSANI, A.L., et al. Síndrome compartimental abdominal. *Rev Bras Clin Med*, São Paulo, v. 7, p. 313 – 321, 2009.

BRODEN, C.C. Acute Renal Failure and Mechanical Ventilation: Reality or Myth? *Critical Care Nurse*, Vol 29, No. 2, 2009.

CAMELO, S.H.H. Competência profissional do enfermeiro para atuar em Unidade de Terapia Intensiva: uma revisão integrativa. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-11692012000100025&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-11692012000100025&script=sci_arttext&tlng=pt)> Acesso em: 17/04/2013.

CAMPOS, L.F., MELLO, M.R.A.C. Assistência em enfermagem na perspectiva da clínica ampliada em Unidade de Terapia Intensiva. *Rev Gaúcha Enferm*, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 189-193, 2011.

CASE, J., et al. Epidemiology of acute kidney injury in the intensive care unit. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/ccrp/2013/479730/>> Acesso em: 05/04/2013.

CHERTOW, G.M., et al. The Enlarging Body of Evidence: Obesity and Chronic Kidney Disease. *J Am Soc Nephrol*, California, v. 17, p. 1501-1502, 2006.

COLPAERT, K., et al. Implementation of a real-time electronic alert based on the RIFLE criteria for acute kidney injury in ICU patients. *Acta Clin Belg Suppl*, v. 16, p. 322 – 325, 2007.

DAUGIRDIS, J.T., et al. *Handbook of dialysis*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

DENNEN, P., et al. Acute kidney injury in the intensive care unit: An update and primer for the intensivist. *Crit Care Med*, v. 8, n. 1, p. 261-275, 2010.

DRURY, D.R., et al. The effects of continuous pressure breathing on kidney function. *J Clin Invest.*, v. 17, p. 945 – 951, 1947.

FIGUEIREDO, A.E., et al. Diálise peritoneal: educação do paciente baseada na teoria do autocuidado. *Scientia Medica*, Porto Alegre: PUCRS, v. 15, n. 3, p. 198-202, 2005.

FREITAS, E.R.F.S. Perfil e gravidade dos pacientes das unidades de terapia intensiva: aplicação prospectiva do escore APACHE II. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, v. 18, n. 3, p. 20-26, 2010.

GUEDES, A.M., et al. O risco renal da obesidade. *Acta Med Port*, v. 23, p. 853-858, 2010.

HADDAD N. *Metodologia de estudos em ciências da saúde*. 1st ed. Sao Paulo: Roca. 2004.

HORTA, W. A. *Processo de Enfermagem*. São Paulo: E.P.U., 1979. 99 p.

HOSTE, E.A., et al. RIFLE criteria for acute kidney injury are associated with hospital mortality in critically ill patients: A cohort analysis. *Crit Care*. v.10, n. 3, p. 73, 2006.

JÚNIOR, G.B.S., et al. Risk factors for death among critically ill patients with acute renal failure. *Sao Paulo Med J., São Paulo*, v. 124, n. 5, p.257-263, 2006.

JÚNIOR, L.A.F., et al. Manobra de recrutamento alveolar e suporte ventilatório perioperatório em pacientes obesos submetidos à cirurgia abdominal. *Rev Bras Ter Intensiva*, v. 25, n. 4, p. 312-318, 2013.

KDIGO. Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Int* 2012; (Suppl) 2: 1-138.

KO, G.J., et al. Kidney-lung crosstalk in the critically ill patient. *Blood Purif.*, v. 17, p. 75 – 83, 2009.

KOYNER, J.L., MURRAY, P.T. Mechanical ventilation and the kidney. *Blood Purif*, v. 17, p. 52 – 68, 2010.

KNAUS, W. A.; DRAPER, E. A. et al. APACHE II: A severity of disease classification system. **Critical Care Medicine**. v.13, nº10, p.818-829. 1985

KOYNER, J.L.; MURRAY, P.T. Mechanical Ventilation and the Kdney. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2914396/> > Acesso em: 12/04/2013

KUIPER, J.W., et al. Mechanical ventilation and acute renal failure. Crit Care Med, Canada, v. 33, n. 6, p. 1408-1415, 2005.

LOPES, J.A.M. Avaliação epidemiológica da lesão renal aguda no doente crítico. 2009. 201 f. Tese (doutorado em Medicina) - Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa, Lisboa. 2009.

LUQUE, A. Efeitos da estratégia da ventilação mecânica na função renal de ratos normais. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2008.

MATEJOVIC, M.; RADEMACHER, P. Pulmonary and renal protection: targeting PARP to ventilator-induced lung and kidney injury? Disponível em: <<http://ccforum.com/content/14/3/147>> Acesso em: 15/04/2013.

MATTHEW, D., et al. Abdominal Compartment Syndrome and Acute Kidney Injury Due to Excessive Auto-Positive End-Expiratory Pressure. Am J Kidney Dis, v. 61, n. 2, p. 285-288, 2013.

MEDEIROS, A.J.S., MEDEIROS, E.M.D. A assistência de enfermagem prestada no tratamento hemodialítico promovido junto ao portador de insuficiência renal crônica - Uma revisão de literatura. REBES, v. 3, n. 2, p. 13-17, 2013.

MEHTA, R.L., et al. Dia Mundial do Rim. J Bras Nefrol, São Paulo, v.35, n. 1, p. 1-5, 2013.

MEIRA, S.C.R., et al. A importância da participação do cirurgião dentista na equipe multiprofissional hospitalar. Disponível em: <<http://www.sinog.com.br/premio/vencedores/2010/EST2010.pdf>> Acesso em: 21/03/2014.

MOHMAND, H.; GOLDFARB, S. Renal Dysfunction Associated with Intra-abdominal Hypertension and the Abdominal Compartment Syndrome. Disponível em: < <http://jasn.asnjournals.org/content/22/4/615.long> > Acesso em: 15/04/2013.

OLIVEIRA, A.B.F., et al. Fatores associados à maior mortalidade e tempo de internação prolongado em uma unidade de terapia intensiva de adultos. Rev Bras Ter Intensiva, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 250-256, 2010.

OLIVEIRA, A.P.C., et al. Sistematização da Assistência de Enfermagem: implementação em uma unidade de terapia intensiva. Rev Rene, Ceará, v. 13, n. 3, p. 601 – 6012, 2012.

PALUMBO, M. I. P., et al. Manejo da insuficiência renal aguda em cães e gatos. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 73-76, jan./jun. 2011.

PANNU, N., MEHTA, R.L. Mechanical ventilation and renal function: an area for concern? American Journal of Kidney Diseases, v. 39, n. 3, p. 616-624, 2002.

PERES, L.A.B., et al. Preditores de lesão renal aguda e de mortalidade em unidade de terapia intensiva. Rev Bras Clin Med, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 106-111, 2012.

PIERSON, D.J. Respiratory considerations in the patient with renal failure. Respiratory care, Texas, v. 51, n. 4, p. 413-422, 2006.

PONCE, D., et al. Injúria renal aguda em unidade de terapia intensiva: estudo prospectivo sobre a incidência, fatores de risco e mortalidade. Rev Bras Ter Intensiva, São paulo, v. 23, n. 3, p. 321-326, 2011.

RANIERI, V.M., et al. Effect of mechanical ventilation on inflammatory mediators in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. JAMA, v. 17, p. 54 – 61, 1999.

RICCI, Z.; RONCO, C. Pulmonary/renal interaction. Crit Care, v. 16, p. 13-18, 2010.

RICCI, Z.; RONCO, C. New insights in acute kidney failure in the critically ill. Disponível em: < <http://www.smw.ch/content/smw-2012-13662/>> Acesso em: 12/04/2013.

SANTOS, I., et al. Necessidades de orientação de enfermagem para o autocuidado de clientes em terapia de hemodiálise. Rev Bras Enferm, Brasília, v. 64, n. 2, p. 335-342, 2011.

SANTOS, E.S., MARINHO, C.M.S. Principais causas de insuficiência renal aguda em unidades de terapia intensiva: intervenção de enfermagem. Revista de Enfermagem Referência, v. 3, n. 9, p. 181-189, 2013.

SILVA, V.T.C. Insuficiência renal aguda em unidade de tratamento intensivo: perfil epidemiológico e validação de índices prognósticos. 2007. 130 f. Tese (doutorado em medicina) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2007.

SOTO, G.J., et al. Body Mass Index and Acute Kidney Injury in the Acute Respiratory Distress Syndrome. Crit Care Med, EUA, v. 40, n.9, p. 2601-2608, 2012.

SRISAWAT, N., et al. Modern classification of acute kidney injury. Disponível em <<http://www.karger.com/Article/FullText/280099>>. Acesso em: 05/04/2013.

TRAJANO, J.S., MARQUES, I.R. Assistência de enfermagem na diálise peritoneal ambulatorial e hospitalar. Rev Enferm UNISA, Santo Amaro, v. 6, p. 53-57, 2005.

UCHINO, S., et al. An assessment of the RIFLE criteria for acute renal failure in hospitalized patients. Crit Care Med, v. 34, p. 1913 – 1917, 2006.

VARGAS, D.; BRAGA, A.L. O enfermeiro de Unidade de Tratamento Intensivo: refletindo sobre seu papel. Disponível em: <<http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/10/19042010093459.pdf>> Acesso em: 17/04/2013.

VAN DEN AKKER, A.P., et al. Invasive mechanical ventilation as a risk factor for acute kidney injury in the critically ill: a systematic review and meta-analysis. Crit Care., v. 17, n. 3, p. 98, 2012.

VERZILLI, D., et al. Positive end-expiratory pressure affects the value of intra-abdominal pressure in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients: a pilot study. Disponível em: < <http://ccforum.com/content/14/4/R137> >. Acesso em: 15/04/2013.

WAHRHAFTIG, K.M., et al. Classificação de RIFLE: análise prospectiva da associação com mortalidade de pacientes críticos. J Bras Nefrol, São Paulo, v. 34, n. 10, p. 369-377, 2012.

WLODZIMIROW, K.A., et al. A comparison of RIFLE with and without urine output criteria for acute kidney injury in critically ill. Crit Care., v. 16, p. 200, 2012.

YONG, K., et al. Acute Kidney Injury: controversies revisited. Disponível em <http://www.hindawi.com/journals/ijn/2011/762634/> Acesso em: 05/04/2013.

ZATZ, R. Fisiopatologia renal. Série fisiopatologia clínica (vol. 2). São Paulo-Ed. Atheneu, 2000.

## 10. APÊNDICE

### APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

#### 1. IDENTIFICAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_

Prontuário nº: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: / /

Idade: \_\_\_\_ Sexo: Feminino ( ) Masculino ( ) Raça: \_\_\_\_\_

Nacionalidade: \_\_\_\_\_ Naturalidade: \_\_\_\_\_

Estado Civil: \_\_\_\_\_ Nível de escolaridade: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_ Data de admissão: / /

#### 2. COMORBIDADES

Diabetes ( ) Hipertensão ( ) Cardiopatia ( ) IAM ( ) Aterosclerose ( )

Outros: \_\_\_\_\_

#### 3. EXAME FÍSICO

Atura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Glicemia: \_\_\_\_\_

Sinais vitais						
<b>FC (bat/min)</b>						
<b>PAS (mmHg)</b>						
<b>PAD (mmHg)</b>						
<b>PAM (mmHg)</b>						
<b>F.R (RPM)</b>						
<b>Temp (°C)</b>						

PVC						
SpO2						

**Pulso:** ( ) Regular ( ) Irregular ( ) Impalpável ( ) Filiforme ( ) Palpável ( ) Cheio

**Pupilas:** Isocóricas ( ) Anisocóricas ( ) Fotorreativas ( ) Midriática ( ) Miótica ( )

**Fala e Linguagem:** Afonia ( ) Dislalia ( ) Disartria ( ) Disfasia ( ) Afasia ( )

Prejudicada por: ( ) Uso TOT ( ) Sedação

GLASGOW: \_\_\_\_\_ NÃO SE APLICA ( )

RAMSAY: \_\_\_\_\_

ABERTURA OCULAR		MELHOR RESPOSTA VERBAL		MELHOR RESPOSTA MOTORA			
Espontânea	4	Orientado	5	Obedece comandos verbais	6	Ansioso, agitado	1
Com estímulo verbal	3	Confuso	4	Localiza e retira estímulos	5	Cooperativo, tranquilo, orientado	2
Com estímulo doloroso	2	Palavras inapropriadas	3	Retirada inespecífica	4	Sonolento, atendendo a comandos	3
Nenhuma resposta	1	Sons incompreensíveis	2	Flexão	3	Dormindo, responde rapidamente ao estímulo glabellar ou sonoro	4
						Dormindo, responde lentamente ao estímulo glabellar ou sonoro	5

		Nenhuma resposta	1	Extensão	2	Dormindo, sem resposta	6
				Nenhuma resposta	1		

**Ausculta pulmonar:** Normal ( ) Ruídos adventícios ( ) Qual? \_\_\_\_\_

**Ausculta cardíaca:** Normal ( ) Anormal ( ) \_\_\_\_\_

**Presença de edema:** MMSS ( ) MMII ( ) pés ( ) MMSS e MMII ( ) Anasarca ( )

**Coloração da pele:** ( ) Corada ( ) Hipocorada ( ) Cianose

**Tempo de enchimento capilar:** \_\_\_\_\_

#### 4. OXIGENAÇÃO

**Volume corrente:** \_\_\_\_\_ **Volume minuto:** \_\_\_\_\_ **F.R.:** \_\_\_\_\_ **PEEP:** \_\_\_\_\_ **FiO2:** \_\_\_\_\_

#### 5. HIDRATAÇÃO/ALIMENTAÇÃO

**Dieta:** Oral ( ) SNG ( ) SNE ( ) Ostomia ( ) Parenteral ( )

**Ingestão de líquidos:** Frequência \_\_\_\_\_ Quantidade \_\_\_\_\_

**Turgidez da pele:** Aumentada ( ) Diminuída ( )

#### 6. MEDICAMENTOS

**Drogas Vasoativas:** Noradrenalina ( ) Dose: \_\_\_\_\_ Dopamina ( ) Dose: \_\_\_\_\_

Dobutamina ( ) Dose: \_\_\_\_\_ Adrenalina ( ) Dose: \_\_\_\_\_

**Outros:** \_\_\_\_\_

## 7. ELIMINAÇÕES

**Eliminação:** Espontânea ( ) Dispositivo urinário ( ) Qual? \_\_\_\_\_

**Fluxo urinário:** \_\_\_\_\_ **Aspecto urina:** \_\_\_\_\_

## 8. EXAMES LABORATORIAIS

### SANGUE:

DIAS	PaCO <sub>2</sub>	PaO <sub>2</sub>	pH	SatO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub>	Creatinina	Ureia	Potássio	Sódio

DIAS	Leucócitos	Hematócrito	Hb	Plaquetas	PaCO <sub>2</sub>

### URINA

fluxo urinário

DIAS	6 horas	12 horas	18 horas	24 horas

DESFECHO

ALTA

ÓBITO

## 11. ANEXOS

### ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DA VENTILAÇÃO MECÂNICA SOBRE A FUNÇÃO RENAL

**Pesquisador:** Marcia Cristina da Silva Magro

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 18021313.5.0000.5553

**Instituição Proponente:** Hospital Regional de Ceilândia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 364.117

**Data da Relatoria:** 05/08/2013

##### Apresentação do Projeto:

A presente pesquisa visa fazer estudo da influência da ventilação mecânica na função renal.

##### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

o Caracterizar a influência da ventilação mecânica com pressão positiva ao final da expiração (PEEP) sobre a função renal em pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

Objetivo Secundário:

o Fazer um levantamento bibliográfico acerca das variáveis influenciadoras no desenvolvimento de lesão renal aguda em pacientes submetidos à ventilação mecânica; o Determinar dano renal em decorrência do uso de elevados níveis de PEEP em pacientes graves submetidos à ventilação mecânica; o Verificar a frequência de lesão renal aguda em pacientes submetidos à ventilação mecânica com PEEP elevado nas unidades de terapia intensiva a partir da classificação RIFLE; o Caracterizar os pacientes de acordo com o seu prognóstico, utilizando o índice APACHE; o Classificar lesão renal aguda induzida por ventilação mecânica com PEEP elevado.

**Endereço:** SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS

**Bairro:** ASA NORTE

**CEP:** 70.710-904

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3325-4955

**Fax:** (33)3325-4955

**E-mail:** comitedeetica.secretaria@gmail.com



Continuação do Parecer: 364.117

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os benefícios da pesquisa superam o risco

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

**HIPÓTESE**

1- somente hipótese positiva foi formulada

**METODOLOGIA**

2-Análise de múltiplas variáveis relacionadas ao insuficiência renal.

3-Casuística aproximada não foi determinada nem a estimada

4-A PEEP como variável contínua será dividida de forma dicotômica. PEEP até 5cm H<sub>2</sub>O, PEEP 5 a 10 cm de H<sub>2</sub>O, PEEP > 10 cm de H<sub>2</sub>O.

5- O TCLE será evidentemente somente assinado pelo responsável legal

6- Serão excluídos paciente com função renal alterada

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

TCLE APRESENTADA, FOLHA DE ROSTO APRESENTADA, CURRÍCULO DO PESQUISADOR APRESENTADO

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

1-Faça hipóteses positivas e NEGATIVAS. PENDÊNCIA ATENDIDA

2-Qual a ferramenta estatística será utilizada para segregar como variável independente a PEEP de outras ferramentas de gravidade, pois a indicação de aumento PEEP esta relacionada a gravidade do quadro clínico. (p.e. necessidade de recrutamento alveolar, hemorragia pulmonar, etc). PENDÊNCIA ATENDIDA.

3-Faça estimativa aproximada da casuística dos paciente. PENDÊNCIA ATENDIDA

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

## ANEXO B - ÍNDICE APACHE II

Índice de Gravidade APACHE II									
a) Variáveis Fisiológicas	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4
Temperatura retal (°C)	≥41	39-40,9		38,5-38,9	36-38,4	34-35,9	32-33,9	30-31,9	≤29,9
Pressão arterial média (mmHg)	≥160	130-159	110-129		70-109		50-69		≤49
Frequência cardíaca (bpm)	≥180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	≤39
Frequência respiratória (rpm)	≥50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		≤5
Oxigenação a. $F_iO_2 \geq 0,5$ $P(A-a)O_2$ b. $F_iO_2 < 0,5$ $PaO_2$	≥500	350-499	200-349		<200 >70	61-70		55-60	<55
pH arterial	≥7,7	7,6-7,69		7,5-7,59	7,33-7,49		7,25-7,32	7,15-7,24	<7,15
Sódio sérico (mEq/l)	≥180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	≤110
Potássio sérico (mEq/l)	≥7	6-6,9		5,5-5,9	3,5-5,4	3-3,4	2,5-2,9		<2,5
Creatinina (mg%) (pontos x 2 se IRA)	≥3,5	2-3,4	1,5-1,9		0,6-1,4		<0,6		
Hematócrito (%)	≥60		50-59,9	46-49,9	30-45,9		20-29,9		<20
Glóbulos brancos (/mm <sup>3</sup> )	≥40		20-39,9	15-19,9	3-14,9		1-2,9		<1
Escala de Glasgow	15-(valor observado)								
b) Pontuação para idade		c) Pontuação para Doença Crônica							
Idade (Anos)	Pontos	Se o paciente possui história de insuficiência orgânica severa ou é imunocomprometido, atribuir os seguintes pontos:						APACHE II = Soma de a + b + c	
≤ 44	0	a. para não cirúrgico ou para pós-operatório de cirurgia de urgência – 5 pontos							
45-54	2	b. para pós-operatório de cirurgia eletiva – 2 pontos							
55-64	3								
65-74	5								
≥ 75	6								
<p><b>Risco Calculado de Óbito:</b></p> $\ln(R/1-R) = -3.517 + (\text{valor APACHE II} \times 0,146) + (0,603 \text{ se PO de urgência}) + \text{peso de categoria diagnóstica}$									

Adaptado de Knaus WA, et al. APACHE II: A Severity of Disease Classification System. *Crit. Care Med.*, 1981; 13(10):818-29.

## ANEXO C – CLASSIFICAÇÃO RIFLE

Categoria	Critério creatinina sérica/ filtração glomerular (TFG)	Critério fluxo urinário
Risco	aumento para $\geq 150$ - $200\%$ da creatinina de base (1,5 a 2,0 vezes) ou diminuição da TFG $>25\%$	$<0,5$ mL/kg/h por 6 horas
Lesão	aumento para $>200$ - $300\%$ da creatinina de base ( $>2$ a 3 vezes) ou diminuição da TFG $>50\%$	$<0,5$ mL/kg/h por 12 horas
Falência	aumento para $>300\%$ da creatinina de base ( $>3$ vezes) ou diminuição da TFG $>75\%$ ou creatinina sérica $\geq 354$ $\mu\text{mol/L}$ (4,0 mg/dL) com aumento agudo de pelo menos 44 $\mu\text{mol/L}$ (0,5 mg/dL)	$<0,3$ mL/kg/h por 24 horas ou anúria por 12 horas

Adaptado de R. Bellomo, C. Ronco, J. A. Kellum, R. L. Mehta, and P. Palevsky, "Acute renal failure—definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group", *Critical Care*, vol. 8, no. 4, pp. R204–R212, 2004 e de R. L. Mehta, J. A. Kellum, S. V. Shah et al., "Acute kidney injury network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury", *Critical Care*, vol. 11, article R31, 2007.