

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL  
CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM QUÍMICA  
FASE IV

CLAUDIO E. POMIANOWSKY  
MARIELA B. SCHMIDT

A PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DO CÁLCULO RENAL COMPOSTO POR  
OXALATO DE CÁLCIO

Jaraguá do Sul

2015

CLAUDIO E. POMIANOWSKY

MARIELA B. SCHMIDT

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Ana Paula Duarte Souza

Coordenador: Lenita Spliter

A PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DO CÁLCULO RENAL COMPOSTO POR  
OXALATO DE CÁLCIO

Jaraguá do Sul

2015

A PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DO CÁLCULO RENAL COMPOSTO POR  
OXALATO DE CÁLCIO

CLAUDIO E. POMIANOWSKY

MARIELA B. SCHMIDT

Este relatório de pesquisa foi aprovado em sua forma final, pela banca examinadora do Curso Técnico em Química (Modalidade – Integrado) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Jaraguá do Sul, 2015.

Banca examinadora:

---

---

---

## RESUMO

O cálculo renal é uma doença muito comum que ocasiona diversos sintomas, dentre eles dores renais e febre, sendo estes causados por uma ou várias pedras presas no trato urinário. Essa pedra pode ser de variados tipos de compostos, sendo a mais comum de oxalato de cálcio. Oxalato de cálcio é um composto inorgânico encontrado em pães, massas, cereais, entre outros. É formado no intestino grosso, quando parte do cálcio da dieta forma um complexo com o oxalato (sal do ácido oxálico). Ao entrar no rim passam a formar cristais e em seguida aglomerados com outros cristais de oxalato de cálcio até formar uma pedra. É pouco solúvel na urina e não pode ser metabolizado pelo ser humano. Para o auxílio da diminuição na incidência das pedras de oxalato de cálcio no trato urinário existem substâncias atendidas pelo nome de inibidoras, possuindo propriedades que impedem o oxalato de se ligar ao cálcio ou romper a ligação entre eles. No presente trabalho foram realizados testes para evidenciar a eficácia do cloreto de magnésio e do ácido cítrico (substâncias inibidoras) em meio aquoso juntamente com o oxalato de cálcio. Os cristais feitos em laboratório de oxalato de cálcio se dissolveram em contato com soluções aquosas de cloreto de magnésio e ácido cítrico devido à preferência de ligação entre os complexos, demonstrando sua utilidade para a prevenção de cálculos renais de oxalato de cálcio.

## SUMÁRIO

<b>1 TEMA</b> .....	<b>6</b>
<b>2 DELIMITAÇÃO DO TEMA</b> .....	<b>6</b>
<b>3 PROBLEMA</b> .....	<b>6</b>
<b>4 HIPÓTESES</b> .....	<b>6</b>
<b>5 OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
5.1 Objetivo geral .....	6
5.2 Objetivos específicos .....	7
<b>6 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>8</b>
<b>7 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>8 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>11</b>
8.1 FUNÇÃO DO SISTEMA URINÁRIO NO ORGANISMO HUMANO .....	11
8.2 FORMAÇÃO DOS CRISTAIS NOS RINS .....	12
8.3 OXALATO DE CÁLCIO .....	13
8.4 COMPOSTOS DE COORDENAÇÃO .....	14
8.5 SUBSTÂNCIAS MAIS EFETIVAS PARA PREVENIR A FORMAÇÃO DO OXALATO DE CÁLCIO .....	14
8.5.1 Substâncias Naturais que inibem a formação do Oxalato de Cálcio .....	14
8.5.3 Cloreto de Magnésio Hexahidratado (MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O) .....	16
8.5.4 Ácido Cítrico .....	18
8.5.6 A Ingestão de Líquidos para a Prevenção.....	19
8.6 SUBSTÂNCIAS QUE ACELERAM A FORMAÇÃO DO OXALATO DE CÁLCIO .....	20
<b>9 METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
<b>10 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>11 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>

## **1 TEMA**

A prevenção da formação do cálculo renal composto por oxalato de cálcio

## **2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

As substâncias mais efetivas para a prevenção da formação do cálculo renal composto por oxalato de cálcio.

## **3 PROBLEMA**

Quais as substâncias mais efetivas que atuam na prevenção da formação do cálculo renal humano composto por oxalato de cálcio.

## **4 HIPÓTESES**

4.1 O cloreto de magnésio previne a formação do cálculo composto por oxalato de cálcio;

4.2 O ácido fítico previne a formação do cálculo composto por oxalato de cálcio;

4.3. O pirofosfato previne a formação do cálculo composto por oxalato de cálcio;

4.4. O citrato previne a formação do cálculo composto por oxalato de cálcio;

4.5. A nefrocalcina previne a formação do cálculo composto por oxalato de cálcio.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GERAL**

5.1.1 Conhecer as substâncias mais eficientes e verificar seus efeitos inibidores com relação ao cálculo renal composto por oxalato de cálcio.

## 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Verificar o efeito inibidor do cloreto de magnésio na formação do cálculo renal composto por oxalato de cálcio;

5.2.2 Verificar o efeito inibidor do ácido fítico como substância na formação do cálculo renal composto por oxalato de cálcio;

5.2.3 Verificar o efeito inibidor do pirofosfato na formação do cálculo composto por oxalato de cálcio;

5.2.4 Verificar o efeito inibidor do citrato na formação do cálculo renal composto por oxalato de cálcio;

5.2.5 Verificar o efeito inibidor da nefrocalcina na formação do cálculo renal composto por oxalato de cálcio;

5.2.6 Analisar e classificar, através da comparação do tempo de formação e massa formada, o efeito inibidor na formação do cálculo composto por oxalato por cálcio pelas seguintes substâncias: cloreto de magnésio, ácido fítico, pirofosfato, citrato e nefrocalcina.

## 6 JUSTIFICATIVA

O cálculo renal ou litíase urinária comumente chamada de pedra no rim é uma doença bastante conhecida que afeta aproximadamente 15% da população mundial, de acordo com a Organização Mundial da Saúde. Essa enfermidade acomete mais homens, com 12% de incidência, enquanto a incidência nas mulheres é de 6% (PIO, 2008).

A litíase urinária já prejudicava as antigas civilizações, nas quais existem relatos dos mesmos sintomas de pedra no rim há mais de 2500 anos e, de fato, a incidência da doença vem aumentando gradualmente de década em década, devido aos hábitos das novas gerações. Além dos seres humanos poderem adquirir esse distúrbio, existem também outros animais vulneráveis ao cálculo renal, como caninos e bovinos (SILVA, 2010).

Existem vários tipos de pedras nos rins, que se diferem pela sua composição química. A mais prevalente, em 80% dos casos de cálculo, é a composta por oxalato de cálcio, seguido por cálculo de estruvita (fosfato amoníaco magnésiano hexa-hidratado,  $(\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ ) causado por infecção urinária, e cálculo de ácido úrico ( $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ ) (PAVÃO, 2012).

A litíase urinária costuma ser uma doença inicialmente silenciosa, pois os que possuem essa disfunção só começam a sentir dor quando a pedra começa a se movimentar dentro do rim, ou seja, quando ela já esta formada, causando dores que estão sujeitas a picos de intensidade. Além das dores abdominais, o doente pode vir a ter náuseas, enjoo, dor ao urinar e até mesmo febre ou calafrios. Os sintomas do cálculo renal costumam ser bem perturbadores, no mais, impossibilitando a ida ao trabalho e cumprimento de tarefas diárias. É raro haver mortes por essa patologia, porém, acredita-se que a dor seja uma das piores que a medicina já viu (GOMES et al., 2002).

Qualquer indivíduo que apresente um quadro médico considerado saudável pode vir a ter cálculos pelo menos uma vez na vida, isso porque todos produzem diariamente urina com diversas substâncias, que podem vir a constituir uma pedra (PIO, 2008).

Os índices de litíase urinária são diferentes em pessoas conforme sua hereditariedade, e podem variar também de acordo com a idade, sexo, região e raça, sendo uma doença mais propensa nos países tropicais, (SECRETARIA DA SAÚDE, 2014) e em homens brancos adultos (MAZZUCCHI, 2009).

Conforme o IBGE (2000), o sul do Brasil tem a maior porcentagem de brancos adultos da nação, que é considerado um país tropical, ou seja, os sulistas estão mais propensos a essa enfermidade, tornando este trabalho de relevância para a prevenção de cálculo renal, principalmente em populações com tais características.

O presente trabalho visa verificar substâncias que podem evitar a formação de pedras nos rins compostas por oxalato de cálcio e o nível de eficiência de cada uma, sendo o tipo de cálculo mais comum que existe entre as pessoas que apresentam tal enfermidade.

## 7 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve enfoque nos diversos casos de litíase urinária composta por oxalato de cálcio decorrente no ser humano. Por isso, devido a esses números exorbitantes registrados nas últimas décadas, decidiu-se abrir um estudo sobre substâncias que interferem de forma significativa na formação do oxalato de cálcio, pois é a composição com maior taxa de incidência.

Por se tratar de uma doença hereditária onde a dor é uma das piores já vistas pela medicina, logo o trabalho toma uma magnitude consideravelmente grande, pois o tratamento para os cálculos são demorados e muito invasivos.

Para evitar todo esse transtorno que o cálculo já formado traz ao paciente, existem algumas substâncias e medidas que podem ser tomadas para evitá-lo, como ingerir ácido cítrico proveniente de diversas frutas ácidas e uma hidratação diária adequada.

As substâncias analisadas foram apenas três, devido ao grande preço requerido para executar o trabalho completo. Contudo, essa obra transmite informações enriquecedoras e é capaz de colaborar de forma significativa e positiva para possíveis casos de cálculo renal.

## 8 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 8.1 FUNÇÃO DO SISTEMA URINÁRIO NO ORGANISMO HUMANO

O sistema urinário humano é composto por dois rins, direito e esquerdo, a pelve renal, que recebe toda a urina dos rins através de uma cavidade chamada hilo renal e transporta para os ureteres, bexiga, onde a urina é armazenada até ser excretada pela uretra. O rim direito localiza-se um pouco abaixo do esquerdo, pois o fígado ocupa um grande espaço (AMABIS e MARTHO, 2010).

O sistema urinário tem cinco principais funções: 1. regular a concentração de vários íons como:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$ . 2. ajustar a pressão sanguínea através do sistema renina-angiotensina-aldosterona que reduz o calibre dos vasos, provocando um aumento da pressão que resulta em maior secreção de urina. 3. regulação do pH sanguíneo: controla a concentração de  $\text{H}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$  no sangue que, respectivamente, aumenta a acidez e alcalinidade. 4. produção de dois hormônios: calcitrol, forma ativa da vitamina D, que ajuda no a controlar o equilíbrio interno do cálcio e a eritropoietina, que estimula a produção de eritrócitos. 5. excreção de resíduos como: amônia, uréia, creatinina, ácido úrico, substâncias tóxicas provenientes da dieta (LATORRACA), e a urobilina, resultado da degradação da hemoglobina no fígado e que dá a cor amarelada à urina (AMABIS e MARTHO, 2010).

Dentro de cada rim temos o néfron, que tem por função filtrar o plasma sanguíneo e retirar substâncias em excesso ou tóxicas do organismo que chegam através da artéria renal. Dentro dessa unidade temos a cápsula de Bowman, um novelo de capilares que formam o glomérulo onde são filtrados cerca de 180 litros de plasma sanguíneo por dia que chegam e saem, respectivamente, pela arteríola aferente e eferente. Após essa cápsula, os filtrado glomerular é direcionado ao túbulo contorcido proximal, túbulo descendente, alça de Henle, túbulo ascendente, túbulo contorcido distal e ducto coletor, onde encaminha a urina para o cálice menor, cálice maior e é coletada pela pelve renal (AMABIS e MARTHO, 2010).

Andrade (2011) explica que para a urina ser formada, ela precisa passar por três estágios. São eles: filtração glomerular, reabsorção tubular e secreção tubular. Na filtração glomerular o sangue é filtrado pelo glomérulo e forma o filtrado glomerular, que tem uma composição idêntica à do plasma sanguíneo com exceção de proteínas e células, pois são muito grandes para passar pela cápsula. Na reabsorção tubular o processo de seleção é mais rigoroso, e ocorre, predominantemente, no túbulo contorcido proximal, onde água, glicose, aminoácidos e sais são direcionados a corrente sanguínea através de capilares. E, por fim, o processo de secreção transfere substâncias tóxicas ou em excesso que estão no sangue para o túbulo contorcido distal e o ducto coletor, tais como: ácido úrico, amônia, água, ureia, sais e íons de hidrogênio, que são retirados do sangue para evitar sua acidez.

## 8.2 FORMAÇÃO DOS CRISTAIS NOS RINS

No sistema renal passam diversos tipos de substâncias e, quando alguma é encontrada em grandes quantidades, significa que ela está saturada, sendo o primeiro indício de uma possível formação de cristal, que mais tarde pode vir a formar um cálculo (ALVES, 1998).

Os íons, quando concentrados, têm grande tendência em formar aglomerados de cargas entre si, produzindo pequenos cristais. Conseqüentemente, esses sólidos têm forte tendência a se juntar com outros, criando um ciclo de agrupamentos, até formar uma pedra. Passando pelo processo de nucleação homogênea, forma-se o cálculo propriamente dito. O processo de agregação desse tipo de substância é relativamente rápido, e é a etapa decisiva na formação de grandes partículas nos túbulos renais. Os motivos para tal agregação podem variar de caso para caso, mas o mais comum e relevante é a relação eletrostática entre eles e as ligações em suas superfícies com outras moléculas eletronegativas (ALVES, 1998).

Há alguns anos atrás, a grande preocupação dos médicos estava centrada na formação dos cristais, mas o foco mudou, estando agora relacionado á agregação desses retículos (FLEISCH, 1978).

Nem todas as pedras necessitam de cuidados. Pedras que não causam sintomas e não correm o risco de danificar o aparelho urinário podem ser eliminadas sem a intervenção do tratamento. Cerca de 80% das pedras nos rins são excretadas através da urina (SUNA, 2008).

### 8.3 OXALATO DE CÁLCIO

O oxalato de cálcio, composto inorgânico cuja fórmula molecular é  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , é um dos principais causadores do cálculo renal. Para Benevides et al. (2011) “cerca de 75% de todos os cálculos renais são compostos principalmente de oxalato de cálcio[...]”, o qual está presente em muitos alimentos, como cereais, pães, massas, entre outros. Porém, pode-se encontrar em maior quantidade em vegetais e plantas, sendo que, neste último, pode ser considerado tóxico do metabolismo das plantas e que em forma de cristais de cálcio provenientes do oxalato, pode servir como uma forma de eliminação. Para Navarro e outros (pag.792,2007):

Dizem que o oxalato de cálcio é um produto onde os íons de  $\text{Ca}^{2+}$  são derivados do meio ambiente e os íons de oxalato (ácido oxálico) são provindos do metabolismo das plantas, sendo que sua presença pode ser benéfica em uma ou mais fases do ciclo de vida dos vegetais.

Se ingerido em demasia, podem aumentar as chances de se formar a pedra no rim e a irritação na mucosa intestinal, pois é pouco solúvel na urina e não pode ser metabolizado pelo ser humano. Sendo que os alimentos com maior teor de oxalato podem ser encontrados onde se há maior localização do ácido oxálico, que está presente na maioria dos grãos de cereais em sua camada externa. Quando o ser humano ingere muitos destes alimentos que contem o oxalato, está mais propício a ter o cálculo renal.

Se o oxalato estiver em excesso na urina, essa pode estar saturada e, segundo Sanders, Pacheco e Filho (1997) “o oxalato de cálcio não se altera nas variações fisiológicas de pH[.]”. Assim, com o acúmulo de oxalato de cálcio e com os cristais presentes na urina, dá-se início a formação do cálculo. De acordo com Neira-Carrilo e Vasquez (2011) “o oxalato de cálcio na urina

(hipercalciúria) é um fator comum que está contribuindo para litíase urinária em seres humanos, cães e gatos[...]”.

## 8.4 COMPOSTOS DE COORDENAÇÃO

Espécies tais como o oxalato de cálcio, que são uniões de um íon metálico central (cálcio) a um grupo de moléculas ou íons ligantes (oxalato) são considerados complexos metálicos. Os compostos de coordenação são aqueles que possuem um complexo, e normalmente possuem íons de metais de transição, apesar de íons de outros metais também formarem complexos (BROWN et. al, 2005).

Os ligantes são os íons ou moléculas que contornam o íon metálico central e são geralmente Ânions ou moléculas polares e cada ligante deve ter no mínimo um par de elétrons não compartilhado para assim ser possível a formação do complexo. O átomo do ligante diretamente unido ao metal é chamado átomo doador, sendo, no caso do oxalato de cálcio, o oxigênio. O número de átomos doadores também é chamado de número de coordenação e é geralmente influenciado pelo tamanho do íon metálico e dos ligantes. O oxalato é um íon que possui mais de um átomo doador, sendo chamados de ligante polidentado ou agente quelante. Estes são chamados de agentes sequestradores, pois tem a habilidade de remover a interferência de um íon metálico em uma análise química, por exemplo, sem retirá-lo da solução. (BROWN et. al, 2005).

O ânion oxalato, que é o resultado da perda dos átomos de hidrogênio do ácido oxálico, proporciona uma forte interação com metais bivalentes, como por exemplo, o cálcio, originando complexos de baixa solubilidade (BROWN et. al, 2005).

## 8.5 SUBSTÂNCIAS MAIS EFETIVAS PARA PREVENIR A FORMAÇÃO DO OXALATO DE CÁLCIO

### 8.5.1 Substâncias Naturais que inibem a formação do Oxalato de Cálcio

Algumas das propriedades de uma pedra no rim vêm de diferentes concentrações das substâncias químicas que a urina possui. É possível

interferir nessa concentração usando medicamentos ou um processo cirúrgico, mas o método mais eficaz e não invasivo é regulando a alimentação do indivíduo. Existem muitos tipos de alimentos cujo seu princípio ativo pode aumentar ou retardar a formação de uma pedra no rim, sendo os elementos que inibem o cálculo urinário são nomeadas substâncias inibidoras (TÜRK et al., 2011).

As substâncias inibidoras são capazes de bloquear totalmente ou parcialmente os locais de agregação e crescimento ativo dos cristais. Elas atuam na superfície desses cristais, podendo criar ligações nas partes onde ocorre o crescimento do mesmo. Quando apenas uma parte é bloqueada, as outras continuam crescendo, criando uma morfologia diferente. (ALVES, 1998).

Ao ingerir os alimentos com as substâncias certas, os riscos de obter um cálculo de oxalato de cálcio diminuem drasticamente, pois esses elementos formam um complexo com o cálcio, desfazendo sua ligação com o oxalato. As comidas mais importantes são as que possuem magnésio, pirofosfato ( $P_2O_7^{4-}$ ), citrato ( $C_6H_5O_7^-$ ), fitato (ácido fítico,  $C_6H_{18}O_{24}P_6$ ), nefrocalcina, entre outros (RIELLA e MARTINS 2001). Para a prevenção, as principais comidas que tem essas substâncias são: as leguminosas, como feijão, ervilha, lentilha e grão-de-bico têm magnésio e fósforo. O fósforo tem a capacidade de aumentar a excreção de pirofosfato, um inibidor dos sais do oxalato de cálcio (OSBORNE et. al., 2008); Os cereais integrais, que além de fitato, possuem o magnésio e o potássio. O magnésio forma complexos solúveis com o oxalato, fixa o cálcio nos ossos, fortalecendo nosso esqueleto e fazendo o cálcio não ter grandes acúmulos no rim, e o potássio leva a redução na excreção renal de cálcio (LEMMANN, 1991); E as frutas que possuem grande concentração de ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ). A dieta desempenha um importante papel, mas não são os únicos fatores que inibem a formação de cálculos de oxalato de cálcio (NKUDIC, 2009).

Para a prevenção, as principais comidas que tem essas substâncias são: as leguminosas, como feijão, ervilha, lentilha e grão-de-bico têm magnésio e fósforo. O fósforo tem a capacidade de aumentar a excreção de pirofosfato, um inibidor dos sais do oxalato de cálcio; Os cereais integrais, que além de

fitato, possuem o magnésio e o potássio. O magnésio forma complexos solúveis com o oxalato, fixa o cálcio nos ossos, fortalecendo nosso esqueleto e fazendo o cálcio não ter grandes acúmulos no rim, e o potássio leva a redução na excreção renal de cálcio (LEMMANN, 1991); E as frutas que possuem grande concentração de ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ). A dieta desempenha um importante papel, mas não são os únicos fatores que inibem a formação de cálculos de oxalato de cálcio (NKUDIC, 2009).

### 8.5.3 Cloreto de Magnésio Hexahidratado ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )

Segundo Delbert et al. (1992), durante a primeira guerra mundial (1914-1918), um cirurgião francês conhecido por Professor Pierre Delbet, M. D. estava à procura de uma solução para limpar os ferimentos dos soldados sem que danificasse o tecido de seus corpos, que era o que acontecia com o uso dos anti-sépticos da época. Dentre vários testes, ele descobriu a solução de cloreto de magnésio, que teve como destaque o aumento da taxa de fagocitose (destruição de bactérias) em até 300%, tornando esta solução muito efetiva no tratamento de feridas externas. Com futuros testes em ingestão oral e intravenosa, foi que ele descobriu sua eficácia na cura de diversas doenças, inclusive na prevenção do câncer, que era mais raro em regiões com maior concentração de cloreto de magnésio.

Schorr (1994) diz que o magnésio não é um remédio, mas sim de um alimento essencial para o bom funcionamento do organismo humano tanto que um animal jovem saudável, porém sem ele em seu organismo, morrem um mês. Essa substância controla 18 minerais e tem, cerca de 300 funções, dentre estas, a mais importante: construção das células animais. No caso de sua carência, ele é substituído pelo cálcio que, por sua vez, causa a perda de flexibilidade das células, resultando em artrite, câncer, infarto, envelhecimento e outras milhares de doenças. Porém, se houver reposição desse elemento, as células voltam ao normal, e o cálcio é substituído. Além de todas essas funções, esse ingrediente essencial para a vida ajuda na produção de ATP, fonte de energia de nosso corpo. Ele está presente em todo o nosso corpo, sendo 60% nos ossos, 26% nos músculos, e os 14% restantes estão distribuídos por os outros tecidos e fluídos corporais.

Além do cloreto de magnésio, temos outras tantas moléculas que abrigam esse cátion, porém o cloro tem uma importante função em nosso organismo que inclui a produção de suco gástrico (HCl) ainda que para nosso organismo absorver outras fontes de magnésio como o óxido e o carbonato, exige-se maior produção de ácido clorídrico (SCHLÄPFER, 2010).

O mecanismo atuante do magnésio nos cálculos de oxalato de cálcio funciona com a formação de complexos mais solúveis como os de oxalato de magnésio ( $MgC_2O_4$ ), reduzindo a supersaturação desse sal praticamente insolúvel em água.

Delbert et al. (1992) demonstra que uma solução de cloreto de magnésio deve ser preparada com 25 gramas por litro de água. A quantidade a ser tomada por dose varia de acordo com a faixa etária apresentada na tabela 1.

Tabela 1: Quantidade/dose de cloreto de magnésio de acordo com a faixa etária.

Faixa etária	Quantidade
Adultos e crianças acima de 5 anos	125ml
Criança de 4 anos	100ml
Criança de 3 anos	80ml
Criança de 1-2 anos	60ml
Criança de 6-12 meses	30ml
Criança abaixo de 6 meses	15ml

A quantidade de doses diárias varia de acordo com a gravidade do quadro médico apresentado: para tratamento crônico, o paciente deve usar pela manhã e ao final da tarde; em um caso agudo, deve-se tomar a cada 6 horas e como medida preventiva, uma dose ao dia já é o suficiente para garantir todos os seus benefícios (DELBERT et al., 1992).

#### 8.5.4 Ácido Cítrico

O Ácido Cítrico ou citrato de hidrogênio também conhecido como ácido 2-Hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico é um ácido fraco muito solúvel derivado do ácido carboxílico e tendo como fórmula molecular  $C_6H_8O_7$ .

O citrato de hidrogênio possui duas formas industrializadas e comercializadas, a anidra e a monohidratada, apresentando transição entre as duas fases de mesma temperatura ( $36,6^{\circ}C$ ). A partir da cristalização da solução aquosa com temperatura superior a  $36,6^{\circ}C$  é possível obter a forma anidra, enquanto por cristalização a abaixo de  $36,6^{\circ}C$  se obtém a forma monohidratada (FBS, 2014).

A utilização desse ácido na indústria alimentícia é o mais presente dentre todos os outros setores, pois apresenta baixa toxicidade, é agradável ao paladar e possui propriedade acidulante. Um exemplo de seu emprego na indústria alimentícia é como emulsificante para fabricação de queijos e iogurtes (MOLLERING et al, 1966).

O ácido cítrico, apesar de não ser uma vitamina ou mineral nem necessário na dieta humana, é benéfico para as pessoas com pedras nos rins. Estudos revelam que quanto maior a concentração desse ácido na urina, menor são as chances de novas pedras nos rins se formarem, pois ele inibe a formação e consegue separar os cristais que estão começando a formar uma pedra (PENNISTON, 2014).

O ácido cítrico, como um controlador de pH de soluções ácidas, faz a urina menos favorável para a formação de pedras. Tem efeito mais eficaz na sua forma natural, pois não alcaliniza a urina como os citratos encontrados em certos produtos farmacológicos. O citrato de potássio também é eficaz no tratamento de pedras. (PENNISTON, 2014)

Não existem evidências do ácido cítrico como um agente tóxico para reprodução teratogênica nem como agente cancerígeno. São poucos os relatos de intolerância desse ácido; As irritações geradas por ele costumam ser nos olhos e vias respiratórias; Também apresenta baixa toxicidade aguda (MOLLERING et al, 1966).

Comumente localizado nas frutas em forma de pó cristalizado e incolor, é mais prevalente em frutas cítricas e sucos. Dentre os frutos, os limões e limas possuem a maior concentração de ácido cítrico. As laranjas e toranjas também contêm quantidades consideráveis (PENNISTON, 2014). A acidez no gosto dessas frutas é justamente devida ao ácido cítrico, mais especificamente de seus três grupos de carboxilas visíveis em sua fórmula estrutural que em certas soluções perdem um próton. Como consequência um íon citrato é formado (FBS, 2014).

#### 8.5.5 Citratos

Os sais chamados de citratos, que são formados por íons citratos contêm grande quantidade de íons metálicos e serve como poderoso agente quelante. Conforme Alves (1998), o íon citrato é o ácido orgânico mais abundante na urina. Deriva-se do metabolismo celular e da ingestão alimentar como, principalmente, leite e frutas cítricas, sendo armazenado pelo organismo em torno de 90% de sua quantidade nos ossos. O fator determinante da concentração desse ácido na urina varia de acordo com o equilíbrio ácido-base do organismo, tendo uma maior excreção dele durante uma alcalose, ou seja, uma escassez de íons de hidrogênio na corrente sanguínea, e uma menor excreção durante uma acidose, ou seja, íons de hidrogênio em excesso no sistema circulatório.

Ainda segundo Alves (1998), o pH urinário de 6,5 propicia ao citrato uma forma iônica ativa, permitindo-o complexar-se com íons de cálcio, magnésio e sódio, além de inibir diretamente a cristalização do oxalato de cálcio, impedindo seu crescimento e agregação dentro do sistema urinário. Essa característica é visível através da morfologia dos cristais que, dependendo a região onde uma maior quantidade de citrato se complexa com o oxalato de cálcio, modifica seu formato.

#### 8.5.6 A Ingestão de Líquidos para a Prevenção

No calor, o número de pacientes com pedra nos rins aumenta. Esse fato se deve ao aumento da transpiração do corpo. Quando o líquido que saiu com

a transpiração do organismo não é repostado, há uma concentração de minerais na urina, aumentando os riscos de uma agregação de cristais (SILVA, 2010).

Os médicos afirmam que é necessário ingerir de 2 a 3 litros de líquidos por dia, mantendo a urina bem diluída, liberando materiais que possam formar pedras (SBU, 2012).

A medida mais importante para evitar a formação de uma pedra é ingerindo muito líquido, principalmente a água. Conforme o aumento do volume de urina que aumenta ingerindo mais água, a agitação da solução aumenta e sendo assim, a ligação molecular também diminui, ou seja, os aglomerados mais frágeis podem se desfazer, além de reduzir o número de agregados e diminuir o tempo médio de cristais livres no trato urinário (ALVES, 1998).

## 8.6 SUBSTÂNCIAS QUE ACELERAM A FORMAÇÃO DO OXALATO DE CÁLCIO

As proteínas animais podem aumentar o risco de pedras de oxalato de cálcio através da redução da excreção de citrato na urina e o aumento da excreção de cálcio (NKUDIC, 2009).

Bebidas artificiais, principalmente refrigerantes com alto teor de açúcar vêm a aumentar o risco de formação de cálculos porque a capacidade do corpo em absorver o cálcio e magnésio é prejudicada (SBU, 2012), e deve ser ao máximo evitado por pessoas que são propensas a formação de cálculos de oxalato de cálcio (SUNA, 2008).

O sódio, quando excretado pelos rins, faz com que mais cálcio seja excretado na urina (SBU, 2012). As elevadas concentrações de cálcio na urina combinam-se com oxalato para formar pedras. O risco de pedras nos rins aumenta com o demasiado consumo de sódio (NKUDIC, 2009).

Uma parte do oxalato na urina é produzido pelo corpo, mas a ingestão de determinados alimentos com elevados níveis de oxalato pode aumentar a quantidade de oxalato na urina, onde se combina com o cálcio para formar cálculos de oxalato de cálcio (NKUDIC, 2009), sendo os alimentos ricos em oxalato: espinafre, beterraba, pimenta, nozes, quiabo e chocolate (ZANIN,

2014). Suplementos que contenham vitamina C ou D podem contribuir para a formação de cálculos, pois a vitamina C (ascorbato ou ácido ascórbico), por exemplo, pode ser transformado em oxalato pelo organismo (NKUDIC, 2009).

## 9 METODOLOGIA

Nossa pesquisa caracterizou-se tanto quantitativa quanto qualitativa e foi baseada no seguinte método.

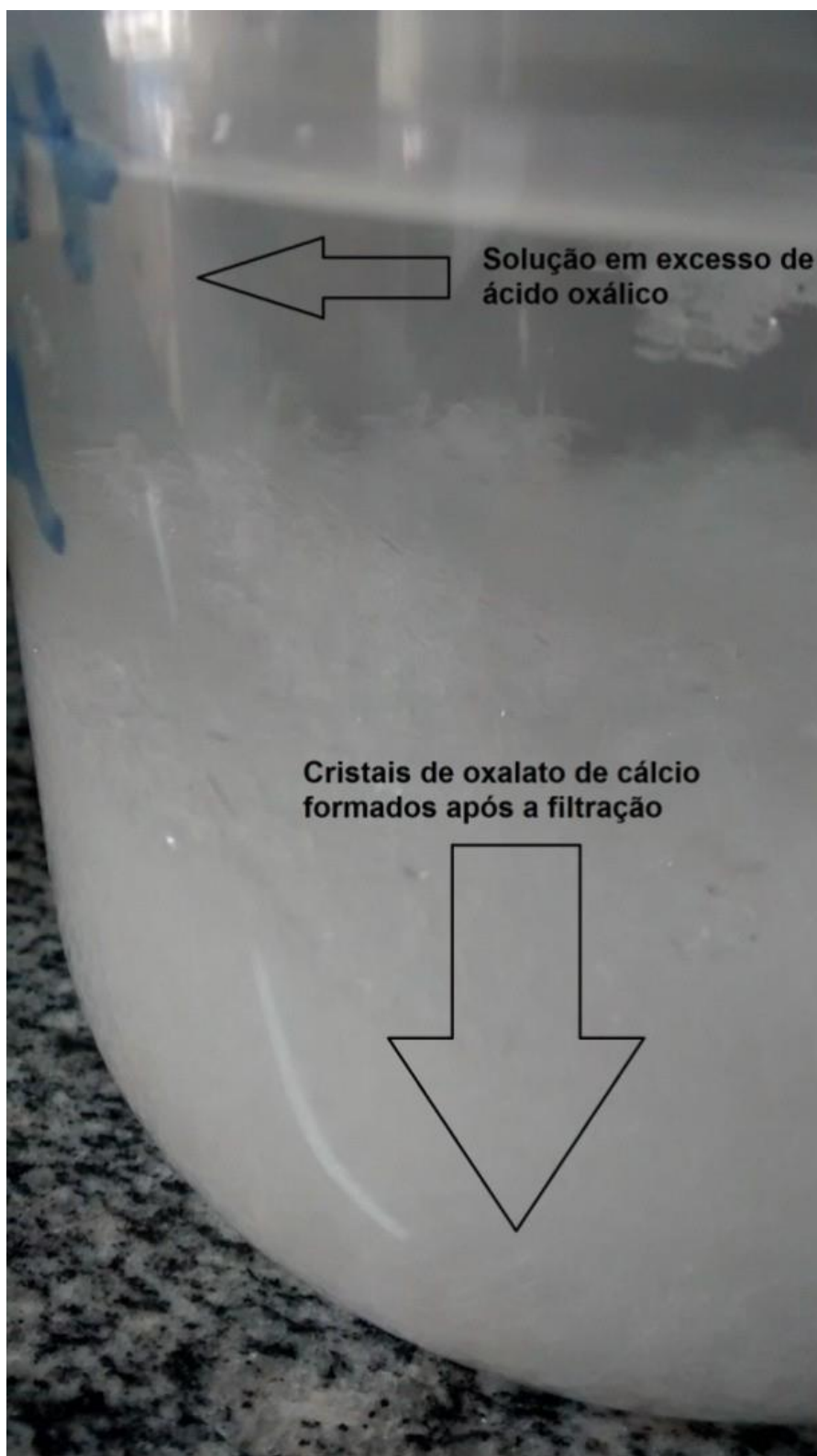
Para comprovar a eficiência das substâncias na redução da massa de oxalato de cálcio, preparou-se esse sal em laboratório utilizando o hidróxido de cálcio como reagente limitante devido à sua dificuldade em se dissolver na água e reagir com o em excesso, ou seja, o ácido oxálico. Vale ressaltar que a água utilizada não foi destilada, pois o equipamento não estava funcionando adequadamente.

Durante o preparo do oxalato de cálcio, ocorreram procedimentos empíricos, onde não se teve medidas algumas de massa de ácido oxálico utilizada, já que a quantia necessária para reagir com todo o hidróxido de cálcio foi muito alta. Porém, tem-se uma noção de sua quantia, uma vez que foi adicionado o ácido até seu ponto de saturação que é de 12,7 g/100 mL de água a 25 °C (BRQUIM, 2009) e, sabendo que a reação ocorreu em cerca de 500 mL de água, conclui-se que a massa aproximada de oxalato foi de 63,5 g, enquanto a de hidróxido de sódio, utilizando 0,1 mols, foi de 7,411 g. Para conseguir formar o Oxalato de cálcio foi utilizado HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) 9 Molar, que foi adicionado ao béquer com oxalato de cálcio e aquecido em uma chapa aquecedora e agitado com o auxílio de um peixinho.

Então, essa solução foi filtrada pelo processo gravitacional em altas temperaturas para retirar o hidróxido de cálcio e o ácido oxálico em excesso e saber que o único corpo de fundo possível seria o oxalato de cálcio. Logo em seguida, com a solução já filtrada, ela foi deixada estática durante dois dias no âmbito de facilitar a cristalização.

O resultado foi cristais em forma de agulha (FIGURA 1), característica intrínseca do oxalato de cálcio, que logo vieram a ser filtrados para a retirada da solução de ácido oxálico que não reagiu com o hidróxido de cálcio, por se tratar de um reagente em excesso.

Figura 1 - cristais de oxalato de cálcio formados.



Fonte: Imagem obtida pelo grupo no laboratório do IFSC Campus Jaraguá do Sul, 2015.

Para comprovar a eficiência das substâncias denominadas inibidoras em desfazer as ligações entre o oxalato e o cálcio foram produzidos 100 mL de solução 1,6 M de ácido cítrico (32,2 g) e outra de cloreto de magnésio (21,45 g) na mesma concentração, enquanto o mesmo volume de água foi colocado em um béquer para verificar a eficiência da água.

Após a diluição dos solutos, colocou-se cada qual em um béquer de 200 mL para, em seguida, adicionar cerca de 5 g de oxalato de cálcio em cada um deles, sendo 4,97 g a massa de cristal na solução de ácido cítrico, 5,05 g na solução de cloreto de magnésio e 5,01 g na água da torneira, que foram deixados reagindo durante cerca de dois dias para analisar o efeito causado pelas substâncias denominadas inibidoras na redução de massa do sal.

## 10 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de aguardar o tempo médio estipulado para a reação, percebeu-se visualmente que a massa de oxalato de cálcio ao fundo de cada béquer tinha diminuído drasticamente, sendo aquela na solução de ácido cítrico parcialmente inexistente a olho nu.

Para comprovar a diminuição da massa do cristal, cada solução, inclusive a água, foi filtrada e tiveram seus papéis filtros secados na estufa, a fim de obter a massa dele e do corpo de fundo, apenas. Anterior a isso, os três papéis filtro utilizados na filtração foram pesados, mas cortados no mesmo raio e ao mesmo tempo, portanto a variação de massa foi mínima.

Na pesagem do filtrado da solução de água, obteve-se uma massa de 1,371 g, que se subtraído do valor da do papel filtro utilizado, 1,175 g, obtém-se a massa de 0,196 g, portanto, o cristal em solução aquosa reduziu 4,814 g de sua massa, equivalente a 96,62%.

Ao passo que no filtrado da solução de ácido cítrico, alcançou-se uma massa de 0,555 g ao subtrair o peso do papel filtro junto do filtrado, 1,730 g, com o peso do filtro utilizado na filtração, que foi de 1,178 g, adquirindo uma redução de massa igual a 4,415 g, sendo proporcional a 88,83% conforme a tabela 2.

Por fim, a massa de filtrado em solução de cloreto de magnésio foi de 1,849 g se subtrair a massa do filtrado, 3,03 g, junto ao à massa do papel filtro, 1,181 g, chegando a uma redução de massa semelhante a 3,201 g, sendo correspondente a 63,38%.

O possível motivo para uma diminuição tão drástica na massa de oxalato de cálcio dentro da água de torneira pode ser que o sal pesado havia dentro de sua composição certa quantia de ácido oxálico aquoso, uma vez que a filtração utilizada não eliminou completamente todos os líquidos. Com a adição de água para comprovar sua eficiência na desconstrução da molécula, acabou provocando a dissolução desse ácido contido antes na massa de oxalato de cálcio, exibindo uma massa bastante inferior. Em contrapartida, no béquer com solução de ácido cítrico, formou um fluído denso alaranjado como corpo de

fundo que foi o motivo da massa medida com o filtro. Enquanto no béquer com cloreto de magnésio foi observada uma fina camada sólida bastante rígida em seu fundo, que precisou ser fragmentada com o auxílio de um bastão de vidro para então ser filtrado. A pouca diminuição de massa do oxalato de cálcio com o auxílio do cloreto de magnésio se deve ao fato do produto oxalato de magnésio, devido à afinidade que o oxalato tem pelo magnésio com relação ao cálcio, também ser pouco solúvel em água, mas de forma inferior ao de cálcio, pois houve diminuição da massa.

Os dados apresentados anteriormente podem ser observados com auxílio da tabela 2.

	Massa de filtrado (em gramas)	Massa perdida durante a reação (em gramas)	Porcentagem de redução de massa (em porcentagem)
Oxalato de cálcio em água	0,169 g	4,814 g	96,62%
Oxalato de cálcio em solução de ácido cítrico	0,555 g	4,415 g	88,83%
Oxalato de cálcio em solução de cloreto de magnésio	1,849 g	3,03 g	63,38%

Tabela 2 – Eficiência de cada meio na redução da massa de oxalato de cálcio.

Acredita-se que a eficiência do ácido cítrico como substância inibidora está no fato do citrato (sal do ácido cítrico) ser um poderoso quelante, conseguindo assim roubar o cálcio e romper a ligação dele com o oxalato.

No caso do cloreto de magnésio, existe uma troca de ligantes, formando cloreto de cálcio e oxalato de magnésio.

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como princípio fundamental a contribuição para a formação de indivíduos competentes para a produção de pesquisa científica onde, levando em conta todas as hipóteses e objetivos formulados pela equipe, percebe-se que houve grandes empecilhos que acabaram interferindo de forma negativa na execução do trabalho, que teve sua metodologia substituída por uma que estivesse a alcance do grupo, porém sem fugir muito do enfoque da pesquisa.

Com relação às hipóteses, apenas duas de cinco pode ser julgada como autêntica, uma vez que as demais não puderam ser analisadas devido ao preço exorbitante de produção das substâncias, como no caso dos itens 4.2 e 4.3, ou da incapacidade de sintetizá-la, como o item 4.5. O mesmo se aplica aos objetivos específicos, que não se distanciaram de forma considerável das hipóteses, pois se pode verificar o efeito inibidor apenas daquelas substâncias disponíveis para análise. Contudo, o item 5.2.6 pode ser validado de forma parcial, já que o efeito inibidor do cloreto de magnésio e do citrato somente, puderam ser classificados.

Os dados obtidos através das análises demonstram que o cloreto de magnésio, o ácido cítrico e a água, apesar de não ser uma hipótese, possuem grande efeito na desconstrução da estrutura dos cristais de oxalato de cálcio, sendo o cloreto de magnésio aquele que apresenta menor atividade deteriorativa, em contrapartida à água e ao ácido cítrico, que apresentou, visualmente, o melhor efeito.

## REFERÊNCIAS

ALVES, R. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Prevalência de litíase renal e avaliação metabólica de pacientes com ressecção parcial do intestino delgado. 1998.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia. São Paulo: Moderna, 2010. V. 2. p. 400-405.

ANDRADE, M. F. F. BIOFÍSICA DA FUNÇÃO RENAL - Filtração glomerular e Reabsorção tubular. Universidade Federal de Paraíba – Departamento de Ciências Exatas e da Natureza. 2011.

BENEVIDES, C.; VASCONCELOS, C.; BARROS, R. VIERIA, M. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. Campinas, 2011, pag.70. Segurança Alimentar e Nutricional.

BROWN, T. L. LEMAY E. H. BURSTEN. B. E. Person Education do Brasil. Química, a ciência central. Vol. 9 pg 884-894. 2005.

BRQUIM. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico: ácido oxálico –FISPQ. 2009. Disponível em <http://www.brquim.com.br/fispq/14375.pdf> Acesso em: jun. 2015.

DELBET, P. M.D.; NEVEU, A. M.D.; VERGINI, R. M.D. Supplement to The art of Getting Well Magnesium Chloride Hexahydrate Therapy, 911 Tyler Street, Port Townsend, WA 98368, November 1992, p. 992.

Departamento de TMI. Terapia Minimamente Invasiva. SOCIEDADE BRASILEIRA DE UROLOGIA (SBU). Alimentação na prevenção da formação de cálculos renais. 2012.

FBS, Food Ingredients Brasil. Nº 30 - 2014. Editora Insumos Ltda. São Paulo, SP.

GOMES, J.; VENDERA, P.; RIBAU, U.; REIS, M. Serviço de Urologia. UROLITÍASE E CÓLICA RENAL. Hospital de S. João. Porto. 2002.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DA SAÚDE, Calor aumenta risco de pedra no rim, Disponível em:<<http://www.saude.sp.gov.br/ses/noticias/2014/janeiro/calor-aumenta-risco-de-pedra-no-rim>> Acesso em: ago. 2014

IBGE. Censo Demográfico, 2000; Fundação Seade. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DA SAÚDE. MAIOR POPULAÇÃO NEGRA DO PAÍS. Disponível em:<<http://produtos.seade.gov.br/produtos/idr/download/populacao.pdf>> Acesso em: ago. de 2014

LEMANN J. Jr.; PLEUSS J. A.; GRAY R. W.; HOFFMANN R. G. Potassium administration reduces and potassium deprivation increases urinary calcium excretion in healthy adults. Kidney Int. 1991.

MAZZUCCHI E.; SROUGI M. O que há de novo no diagnóstico e tratamento da litíase urinária? Rev. Assoc. Med. Bras; Sao Paulo. P. 723, 2009.

MOELLERING H, GRUBER W. Determination of citrate with citrate lyase. Anal Biochem, 1966.

NAVARRO, L.; DUARTE, L.; KLEIN, R.; HEUSER, E. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 762-764, jul. 2007.

NEIRA-CARRILLO, A.; VÁSQUEZ-QUITRAL, P. Formación de calculosrenales de oxalato cálcico en mamíferos. Avances en Ciencias Veterinarias, v. 25, n. 1-2, 2012.

OSBORNE, C. A. KOEHLE L A. BUETTNERA. M T. LULICH J P . BEHNKE R. Canine Uroliths: Frequently Asked Questions and Their Answers. Canine Uroliths: FAQs 1. 2008

PAVÃO, O. HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN. Como se formam as pedras nos rins? Disponível em: ><http://www.einstein.br/einstein-saude/em-dia-com-a-saude/Paginas/como-se-formam-as-pedras-nos-rins.aspx>< Acesso em: ago. 2014

PENNISTON, Kristina. 2014. Citric Acid and Kidney Stones. PhD, RD, of the Department of Clinical Nutrition Services, UW Hospital and Clinics, Madison, WI. PIO. A.; PEDRAS NOS RINS. Jornal Estado de Minas. Caderno Bem Viver. 2008.

PIO, Augusto. PEDRAS NOS RINS. Jornal Estado de Minas. Caderno Bem Viver. 2008.

RIELLA M.C.; MARTINS C. Nutrição e o Rim. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SANDERS, H.; PACHECO, Á.; FILHO, S. Revisão/Atualização em Transplante Renal: Oxalato de cálcio em transplante renal. Universidade Federal de São Paulo. 1997.

SILVA. S. F. R. Universidade federal do Rio Grande do Norte. Fatores litogênicos em pacientes com litíase urinária de Fortaleza, 2010.

Society of Urologic Nurses and Associates (SUNA), KIDNEY STONES, Patient Fact Sheet, 2008.

SCHLÄPFER, A. Magnésio – A luz da vida, 2010

SCHORR, B. J. O Magnésio Mágico. Para quatro males incuráveis e a maioria dos outros. 14ª edição, p. 5, 1994

The National Kidney and Urologic Diseases Information Clearinghouse (NKUDIC). U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES National Institutes of Health. Diet for Kidney Stone Prevention. NIH Publication No. 09-6425 May 2009.

TÜRK, C.; KNOLL, T.; PETRIK, A.; SARICA, K.; STROUB, M.; SEITZ, C. Guidelines on Urolithiasis European Association of Urology. 2011.

ZANIN, T. ALIMENTOS RICOS EM OXALATO. Disponível em:  
<http://www.tuasaude.com/alimentos-ricos-em-oxalatos/> Acesso em: fev. 2015

ZANIN, T. ALIMENTOS RICOS EM MAGNÉSIO. 2014. Disponível em:  
<<http://www.tuasaude.com/alimentos-ricos-em-magnesio/>> Acesso em: 22 de fev. de 2015.