

SISTEMA ESPECIALISTA NA CLASSIFICAÇÃO DE DOENÇAS DO SISTEMA URINÁRIO

João Victor Reis - Universidade Nove de Julho -joaoreisit@gmail.com

Leandro da rosa pedro - Universidade Nove de Julho -leandrodarosapedro@gmail.com

Dacyr Dante de Oliveira Gatto - Universidade Nove de Julho -dacyr.gatto@uni9.pro.br

Edquel Bueno Prado Farias - Universidade Nove de Julho -edquelfarias@uni9.pro.br

Resumo

O funcionamento do sistema urinário tem importância vital para a saúde, caracterizando-se pela filtragem de resíduos do sangue, eliminando-os pelo sistema excretor. O sistema urinário pode ser alvo de diversos agentes infecciosos devido a sua função de filtragem. As infecções são causadas por microrganismos que atuam desde a uretra até os rins, sendo o seu tratamento, em muitos casos, realizado empiricamente. Entre as complicações que as doenças do sistema urinário podem causar, destacam-se a cistite, inflamação aguda da bexiga urinária e a nefrite aguda, infecção relacionada a ascensão de um processo infeccioso do sistema urinário baixo. Uma maneira de apoiar o diagnóstico e tratamento dessas doenças é por meio de técnicas computacionais, como a Inteligência Artificial. A Inteligência Artificial sustenta a ideia de que o pensamento humano pode ser representado em níveis hierárquicos e lógicos. Sistemas Especialistas são uma técnica da Inteligência Artificial utilizada para armazenar o conhecimento humano e apoiar o diagnóstico. Um Sistema Especialista é alimentado com regras e variáveis derivadas do conhecimento de um especialista de determinada área. Estas variáveis e regras são controladas por um motor de inferência que identifica o que fazer com o conhecimento adquirido. Diante deste cenário, o presente trabalho teve por objetivo, desenvolver e utilizar um Sistema Especialista para classificar doenças do sistema urinário. Esta pesquisa é classificada como experimental e qualitativa visto que busca investigar a utilização de Inteligência Artificial para extrair conhecimento de profissionais especialistas da área da saúde, e assim, poder classificar doenças do sistema urinário segundo os sintomas que os pacientes apresentam. Para a realização dos experimentos, foi utilizada uma base de dados do repositório de aprendizagem de máquina da universidade de Berkeley (UCI *Machine Learning*). Os resultados obtidos com a utilização do Sistema Especialista desenvolvido foram avaliados por especialistas da área da saúde e considerados assertivos e satisfatórios.

Palavras chave: Processo de Enfermagem, Sistemas Especialistas, Inteligência Artificial. Apoio ao Diagnóstico.

Abstract

The functioning of the urinary system is of vital importance to health, characterized by the filtering of blood residues, eliminating them by the excretory system. The urinary system may be the target of various infectious agents due to its filtering function. Infections are caused by microorganisms that act from the urethra to the kidneys, and their treatment is often done empirically. Complications of urinary tract diseases include cystitis, acute inflammation of the urinary bladder, and acute nephritis, an infection associated with the onset of a low urinary tract infection. One way to support the diagnosis and treatment of these diseases is through computational techniques such as Artificial Intelligence. Artificial Intelligence supports the idea that human thought can be represented at hierarchical and logical levels. Expert Systems are an Artificial Intelligence technique used to store human knowledge and support the diagnosis. An Expert System is fed with rules and variables derived from the knowledge of a specialist in a given area. These variables and rules are controlled by an inference engine that identifies what to do with the acquired knowledge. In view of this scenario, the present work aimed to develop and use an Expert System to classify diseases of the urinary system. This research is classified as experimental and qualitative since it seeks to investigate the use of Artificial Intelligence to extract knowledge from health professionals, and thus, to be able to classify diseases of the urinary system according to the symptoms that patients present. For the realization of the experiments, a database of the machine learning repository of the University of Berkeley (UCI Machine Learning) was used. The results obtained with the use of the Specialist System developed were evaluated by health experts and considered as assertive and satisfactory.

Keywords: Nursing Process, Expert Systems, Artificial Intelligence. Support to the Diagnosis.

1 Introdução

No corpo humano, a avaliação da filtração glomerular (FG) representa uma das formas de determinar a função renal, uma FG reduzida é considerada um bom índice da função renal (FILHO, 2004). Segundo Nunes (2007), o aparelho urinário desempenha processos essenciais à manutenção da vida, pois tem como função filtrar o sangue, para assim, eliminar impurezas que podem ser nocivas ao organismo, permitindo que o sangue volte a circular novamente sem a presença de excretas.

Devido ao funcionamento do aparelho urinário dentro do organismo, pode ser facilmente submetido por agentes infecciosos, levando a diversas infecções, resultando assim, algumas doenças capazes de impedir seu bom funcionamento, podendo até mesmo levar a óbito (NUNES, 2007).

A infecção do sistema urinário é causada por agentes infecciosos microbianos, além de ser uma das doenças mais frequentes da prática médica e apresentar um espectro de condições clínicas e patológicas (OLIVEIRA, 1995). A preocupação no tratamento de doenças desse tipo é vital para a saúde, sendo prevalente no ser humano, ocupando o segundo lugar, ficando atrás apenas das infecções respiratórias (RODRIGUES; BARROSO, 2011).

Dentre as doenças que atingem o sistema urinário, pode-se citar a cistite, um tipo de infecção urinária definida por Johnson (1991) como uma infecção vesical. Seus sintomas são causados pela inflamação da bexiga e uretra, podendo causar dor e ardência durante e depois da micção (ato de urinar), além de dores na região do abdômen.

Outro tipo de infecção urinária é a nefrite aguda, conhecida como pielonefrite. De acordo com Ferreira (2014) a nefrite aguda é uma manifestação de importante indicativa de infecção do sistema urinário devido à variedade de sintomas proporcionados, como: dores nas costas, febre repentina, mal-estar e casos de urina turva ou hematúria (sangue na urina).

Para Rodrigues e Barroso (2011) existem diversos fatores que se consideram predisponentes à ocorrência de infecções urinárias, onde se pode afetar certo local anatômico do sistema urinário gerando uma infecção, sendo esses fatores a estase urinária, a gravidez, a diabetes, a obstrução urinária, os hábitos de higiene inadequados, a inserção de objetos estranhos, o climatério, as doenças neurológicas e as doenças sexualmente transmissíveis.

Dos métodos para classificar as infecções urinárias, existe os métodos não-complicados, sendo esses quando envolvem o sistema urinário normal, e os métodos complicados, quando o sistema apresenta alterações estruturais ou funcionais (MARTINS et al., 2009). Para tal fato, conclui-se que a classificação correta dessas doenças infecciosas, pode facilitar para o tratamento do paciente.

De acordo com Slack (1997), a prática da informática em hospitais e o crescimento da utilização dos computadores em diversos outros setores criou grandes expectativas para a maioria das organizações de saúde, apresentando avanços e técnicas. A computação vem inovando em diversas áreas de atuação, no caso da informática médica, trata-se de um conhecimento ainda em desenvolvimento, buscando-se assim melhorias benéficas que podem fazer diferença no campo da medicina. (CARVALHO, 2002).

Com os avanços da informática, o volume e a complexidade de dados estão cada vez maiores, portanto, o Sistema de Apoio à Decisão (SAD) são sistemas que podem auxiliar na tomada de decisão, uma vez que na área médica, o principal objetivo do SAD é auxiliar o serviço médico de diagnósticos e prognóstico nas unidades de saúde, fazendo com que o profissional de saúde interaja com o sistema,

e tenha o auxílio no apoio a triagem, diagnóstico ou acompanhamento de um paciente (CASCÃO, 2011).

Uma área da ciência da computação importante utilizada nos SADs é a Inteligência Artificial. A Inteligência Artificial possui subsídios para a tomada de decisão médica, promovendo agilidade e eficácia ao atendimento (BÁLLICO et al., 2018), tornando possível, simular a mente humana, e inserir este conhecimento em um software (MESQUITA, 2017).

A Inteligência Artificial que sustenta a ideia de que o pensamento humano pode ser representado em níveis hierárquicos e lógicos é classificada como Inteligência Artificial simbólica. Para Souza (2008), a Inteligência Artificial simbólica é um processo de aquisição de conhecimento (Cognitivo) criado pela psicologia comportamental juntamente de computadores digitais. Os programas simbólicos usam da metáfora linguística, e assim seus processos inteligentes são organizados em sequência e controlados por um elemento central, com o foco de imitar a inteligência humana.

O paradigma simbolista se baseia em regras do tipo "Se as condições são válidas, então realizar uma das operações", assim sendo utilizada nos Sistemas Especialistas, sendo programas inteligentes computacionais que usam do conhecimento de um profissional especialista (que acumularam conhecimento exigido) e de alguma área específica na resolução de problemas.

Um Sistema Especialista precisa de variáveis, regras e uma linguagem com as expressões do conhecimento fornecido pelo especialista; uma base de conhecimentos específicos para armazenar as aplicações desejadas, podendo ser diretamente fornecida por um especialista ou acumulado pelo sistema ao fim dos experimentos; um motor de inferência, programa que explora o conhecimento da base precedente, considerando a base como fonte de informação, possuindo assim, abrangências a mudanças (MENDES, 1997).

Para Andrade (1999), sendo baseado em uma busca heurística, o Sistema Especialista manipula grandes bases de conhecimento que são aplicadas na solução de um problema bem definido. Sendo capaz de emitir uma decisão, que é justificada através do conhecimento fornecido que confronta com os casos, fatos e conclusões do problema encontrado em sua base de conhecimento.

Com tudo deve ter capacidade de adquirir e aprimorar novos conhecimentos, melhorando o seu desempenho e criando habilidades de inferir, representar e transferir o conhecimento específico para os usuários que o manipulam (SELLMER, 2013). Diante deste contexto, o objetivo neste trabalho é classificar doenças do sistema urinário com o uso de Sistema Especialista.

2 Fundamentação teórica

2.1 Sistema da Informação na Área Hospitalar

Os sistemas de informação (SI) têm uma importância crescente no suporte prestado aos profissionais de saúde e aos próprios pacientes, com o objetivo de disponibilizar e gerar o acesso a informação relevante sobre cuidados de saúde, assim como promover a qualidade dos serviços de saúde através de um apoio contextualizado às decisões médicas por parte dos profissionais e dos próprios pacientes (GOMES, 2011).

Essas primeiras aplicações foram sistemas computacionais para suporte à decisão, construídos a partir dos anos 60 e eram, em grande parte, voltados para o problema da diagnose. Eles eram de pequena escala e desenvolvidos para domínios com pequeno número de hipóteses e evidência limitada, tais como dor abdominal aguda ou falha renal aguda. Em domínios maiores essas simplificações, em geral, produziam resultados matematicamente incorretos (HÖHER; LADEIRA; VICARI, 2000).

Os sistemas de diagnóstico médico, segundo Jensen et al., (1990) requeriam:

- a) Doenças possíveis a diagnosticar, mutuamente exclusivas e coletivamente exaustivas;
- b) Evidência condicionalmente independente, dada qualquer hipótese (doença possível);
- c) Apenas uma doença poderia existir em cada paciente.

Jepsen (2003) defende que a área da saúde é uma das últimas áreas de aplicação das TI de uma forma generalizada e organizada, tal constatação se deve pela complexidade dos serviços de saúde, assim como a dificuldade de formar e definir competências conjuntas nas duas áreas de conhecimento subjacentes: ciências da saúde e ciências da computação.

2.2 Infecções do Sistema Urinário

Os rins juntos com as vias urinárias, são órgãos que compõe o sistema urinário, exercendo múltiplas funções, sendo elas didaticamente caracterizadas como filtração, reabsorção, homeostase, funções endócrinológica e metabólica. Sua função primordial é a manutenção da homeostasia, regulando o meio interno predominantemente pela reabsorção de substâncias e íons filtrados nos glomérulos e excreção de outras substâncias (COSTA; LIMA; SODRÉ, 2007).

Devido às funções de filtração glomerular do sistema urinário, algumas infecções sintomáticas do sistema urinário, estão entre as mais frequentes infecções bacterianas do ser humano, sendo a segunda infecção mais comum na população em geral, mais comum em pacientes adultos do sexo feminino. No caso de crianças, particularmente no primeiro ano de vida, a infecção urinária também é mais comum no sexo feminino, predominando a pielonefrite, recorrente na maioria dos casos devido à presença de anomalias estruturais e/ou funcionais, como refluxo vesico-ureteral, uni ou bilateral (LOPES; TAVARES, 2005).

No homem, o comprimento da uretra, o maior fluxo urinário e o fator antibacteriano prostático são fatores protetores contra as infecções do sistema urinário (NUNES *et al.*, 2016). No entanto a hipertrofia de próstata, causando obstrução ao fluxo urinário, leva ao aumento das incidências de infecções no sistema urinário sendo comum em homens com idade superior a cinquenta anos. Com isso pode-se considerar como os fatores mais importantes relacionados ao hospedeiro: idade, fatores comportamentais, diabetes, lesão espinhal, cateterização vesical e gravidez. (MARTINS *et al.*, 2009).

As infecções do sistema urinário são responsáveis pelo aumento da morbimortalidade dos pacientes, bem como do período de internação e custos assistenciais (ALMEIDA; SIMÕES; RADDI, 2007). Além disso, as infecções do sistema urinário são caracterizadas pela presença de bactérias em qualquer parte do sistema (rins, ureteres, bexiga), com exceção da uretra.

Dependendo do local anatômico atingido, a infecção recebe nomes diferentes. Por exemplo, a infecção causada pela presença de bactérias na urina da pelve renal é designada pielonefrite, enquanto na bexiga recebe o nome de cistite (RODRIGUES; BARROSO, 2011).

A pielonefrite é um processo inflamatório dos néfrons, pequenos componentes funcionais dos rins. Uma consequência dessa inflamação é a diminuição da capacidade do rim de filtrar o sangue. Assim a nefrite aguda de origem da pelve renal, também chamada de pielonefrite, está principalmente relacionada à ascensão de um processo infeccioso do sistema urinário baixo (BATISTA, 2002).

Em casos de pielonefrite, pode-se observar febre repentina e calafrios, acompanhada por dores lombares de um ou ambos os lados, que pioram a punho percussão (técnica básica para o exame físico). Também pode haver dores abdominais difusas, com náuseas e vômitos (BATISTA, 2002). Outra doença, a cistite aguda, infecção do sistema urinário baixo, envolvendo a bexiga tem como sintomas disúria, polaciúria, nictúria, dor suprapúbica ao urinar e urgência urinária (BATISTA, 2002), tais sintomas entre outros são os principais motivos que levam pacientes clínicos a buscar auxílio médico (MATEJCZYK *et al.*, 2010).

Sobre o diagnóstico diferencial dessas infecções do sistema urinário inclui vaginites (inflamação da mucosa vaginal) e uretrites (inflamação da uretra). No caso

da cistite intersticial é um diagnóstico diferencial que deve ser lembrado principalmente em idosos, para a pielonefrite aguda, deve por sua vez, ser diferenciada da pielonefrite crônica, que é uma causa comum de doença túbulo intersticial por infecções recorrentes, como as que ocorrem em pacientes com obstrução renal por cálculos ou refluxo vesico uretral (MARTINS *et al.*, 2009).

Segundo Martins *et al.* (2009), no caso de infecções assintomática, trata-se de um diagnóstico microbiológico, sendo mais comum entre pessoas com diabetes melito, idosos e mulheres. Vale ressaltar que a atividade sexual influencia sua presença. No entanto, esse tipo bacteriúria assintomática geralmente não deve ser tratada, com exceção de grupos específicos de pacientes, por exemplo, pacientes que serão submetidos a cirurgia urológica.

Para os pacientes com infecções no sistema urinário não-complicada, seu diagnóstico é baseado na história clínica, e exames complementares não são indicados (urina tipo 1 e urocultura), porém no caso de mulheres existem algumas condições a serem excluídas para isso como: imunossupressão, sintomas sugestivos de vaginite, dor abdominal, entre outros. Em todos os outros pacientes é necessária a confirmação diagnóstica com exames laboratoriais, além disso é de grande importância mencionar que as infecções no sistema urinário em homens são consideradas infecções complicadas, pois frequentemente são associadas a anormalidades estruturais de sistema urinário (MARTINS *et al.*, 2009).

Portanto, o estudo da função e dos diversos processos patológicos do sistema urinário, tem despertado o interesse de muitos pesquisadores em diversas áreas do conhecimento, incluindo o campo do desenvolvimento de testes que auxiliem os médicos a estabelecer um diagnóstico precoce, além de classificar a doença de base, obter prognóstico seguro e monitorar a terapêutica medicamentosa (COSTA; LIMA; SODRÉ, 2007).

2.3. Sistema Especialista

Segundo Luxton (2014), um Sistema Especialista (SE), é uma técnica da Inteligência Artificial que lida com problemas complexos do mundo real que necessitam da análise e interpretação de um especialista humano, soluciona estes problemas através do uso de um modelo computacional do raciocínio do especialista humano, com a forma de chegar às mesmas conclusões que este especialista (humano) chegaria, sem o risco de falhas, perda de performance, esquecimento, entre outros defeitos e emoções, caso se defrontasse com um problema semelhante.

Um SE é um *software* que pode fornecer conhecimentos para resolver problemas em uma área de aplicação definidos na mesma forma que os peritos fariam, compreende-se a complexidade com base em um conjunto de informações filtradas

para facilitar na tomada de decisão e direcionar com assertividade a causa raiz do problema. Os SEs, tem a finalidade de auxiliar no direcionamento mais preciso, veloz e eficaz para diagnosticar uma doença, reduzindo-se o tempo de investigação dos sintomas apresentados pelo paciente de acordo com (BRAGA; SILVEIRA, 2009).

De acordo com BRAGA (2009), a solução de um problema proposto por um SE, é voltada para uma determinada área de conhecimento, fornecida por pessoas que são especializadas nesta área. Este conhecimento adquirido permite emitir decisões justificadas e apoiadas, por uma base de informações, agindo como se fosse um especialista humano de determinada área de conhecimento.

Kasabov (1996) afirma que os SEs, têm sido utilizados com sucesso em quase todos os campos da atividade humana, incluindo engenharia, ciência, medicina, agricultura, indústria, educação e formação, negócios, finanças e *design*. Devido todos os campos de atuação necessitarem de melhoria continua nos processos do dia-dia, um sistema especialista tem armazenado os possíveis motivos dos problemas, permite-se indicar as diretrizes para resolução dos casos.

Um sistema especialista (SE), necessita de ter o seu processo de aquisição de conhecimento supervisionado, ou seja, profissionais do ramo de atuação e desenvolvedores da parte de computação para construção do sistema exigindo as seguintes etapas: modelagem do sistema, aquisição do conhecimento, representação do conhecimento, implementação e avaliação do sistema, conforme (CARVALHO, SHELLMER; GASPAR, CARINA, 2013).

De acordo com Mastella e Abel (2004) conhecimento é tudo o que se usa para agir e criar novas informações. Conhecimento inclui a informação sobre o domínio e a forma como essa informação é utilizada para resolver problemas.

Assim existem maneiras de utilizar o conhecimento, segundo Albagli e Maciel (2004) a capacidade de gerar e de aplicar conhecimentos, de acordo com as necessidades e especificidades de cada organização, país e localidade, é, portanto, central. Desse modo, tão importante quanto a capacidade de produzir novo conhecimento é a capacidade de processar e recriar conhecimento, por meio de processos de aprendizado; e, mais ainda, a capacidade de converter esse conhecimento em ação, ou, mais especificamente, em inovação. Isso é particularmente relevante no caso de países em desenvolvimento. Importa sobretudo compreender e conhecer, os mecanismos endógenos de criação de competências e de transformação de conhecimentos genéricos em específicos.

A principal característica de um SE, é emitir uma decisão, com apoio de conhecimento justificado a partir de uma base de informação, como um especialista de determinada área de conhecimento humano. Sua base de conhecimento requer experiência humana, efetuando muitas das funções secundárias que os peritos fariam, como por exemplo, perguntar questões relevantes e explicar suas razões. (COSTA; AGUILLERA, 2013).

As técnicas de aquisição de conhecimento podem ser classificadas em manuais e baseadas em computador, sendo essa última categoria dividida em semiautomáticas ou interativas, em que o especialista utiliza o computador com supervisão do engenheiro de conhecimento; ou totalmente automáticas, também chamadas de aprendizado de máquina, em que a aplicação de computador detém todo o processo de compreensão do domínio, essas duas últimas envolvem aplicações de redes neurais, ferramentas de modelagem como o Protege, editores de base de conhecimento como o CYC, ou ainda ferramentas baseadas em métodos manuais de aquisição. No entanto, ferramentas de aquisição automáticas ou semiautomáticas apresentam muitas desvantagens, a maior delas é o fato de serem generalizadas para qualquer domínio.

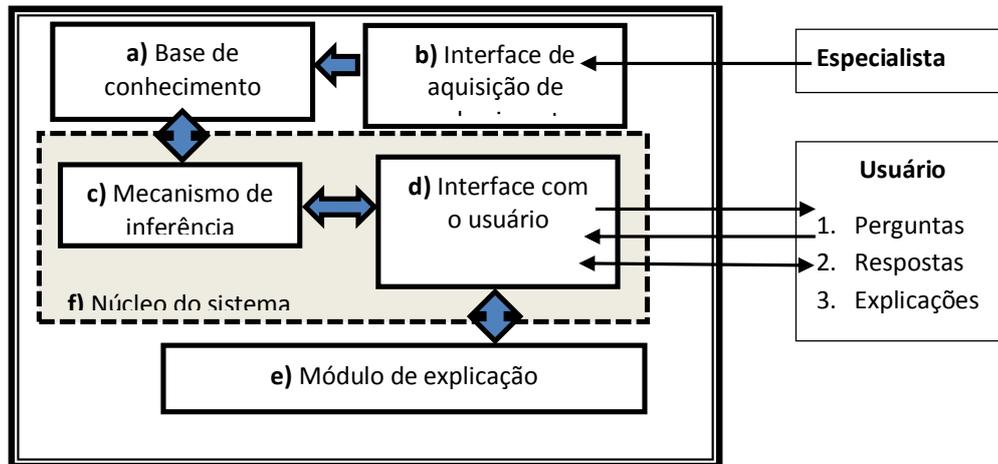
O resultado da aquisição podem ser informações muito superficiais sobre o domínio, pois a ferramenta não se adapta conforme os construtos vão sendo compreendidos. Ferramentas automáticas só podem ser aplicadas quando existe uma fonte de informação compreensível pelo computador, ou seja, é limitada a fontes documentadas, quando a ferramenta semiautomática é projetada especificamente para um domínio particular, é necessário efetuar um processo de aquisição de conhecimento prévio, para identificar a melhor maneira de a ferramenta coletar informações dos usuários (MASTELLA, 2004).

Segundo Farias e Sassi (2018) As abordagens escolhidas devem ser: a análise de base de dados com soluções aplicadas dentro do domínio observação e entrevistas não estruturadas com os especialistas para que eles se sentissem livres para sugerir novos tipos de conhecimento.

A representação do conhecimento por regras de produção é baseada nas propostas concebidas pelo matemático Emil Post (1943) que via nos sistemas de produção um modelo computacional geral de solução de problemas. Na década de oitenta passou-se a utilizar esta técnica como suporte para o modelo mental, o termo "sistema de produção" é atualmente usado para descrever os sistemas que tem em comum o fato de serem constituídos de um conjunto de regras para descrever condições e ações. As regras são armazenadas como uma coleção de declarações SE-ENTÃO (HEINZLE, 1995).

De acordo com Farias e Sassi (2018) a partir de suas observações de trabalhos correlatados (LUGER,2013; GUPTA; SINGHAL, 2013; ADELI, 2014), percebe-se claramente que o padrão típico de arquitetura de um SE, possui uma interface do usuário, uma interface de aquisição e do módulo de explicação, além da base de conhecimento e do motor de inferência (FARIAS; SASSI, 2018). É importante frisar que nem todos SEs apresentam a mesma estrutura, mas, de modo geral, ela é bastante semelhante. Na figura 1 é ilustrada a arquitetura de um Sistema Especialista:

Figura 1: Arquitetura Sistema Especialista



Fonte: Farias (2018)

De acordo com Farias e Sassi (2018) a descrição da arquitetura se apoia em diversos autores apresentando uma estrutura bastante semelhante conforme descrito abaixo:

a) Base de conhecimento: é o elemento responsável por armazenar o conhecimento do sistema, no desenvolvimento de um SE.

b) Interface de aquisição do conhecimento: É o modelo responsável por adicionar, modificar e atualizar fatos, atributos e regras armazenados na base de conhecimento construída.

c) Mecanismo de inferência: aplica o conhecimento da base processando as entradas do usuário e as regras da base de conhecimento para poder chegar a alguma solução ou conclusão.

d) Interface com o usuário: É o componente responsável pela interação entre o SE e o usuário, essa relação pode ser baseada em console (textos) ou interfaces gráficas (janelas com múltiplas escolhas), deve interagir com o usuário, utilizando uma linguagem natural, assim fazendo com que o usuário interaja com o SE da mesma forma que faria com um especialista humano. Através da interface que o usuário dá a entrada de dados, perguntado e recebendo explicações do SE.

e) Módulo de explicações: como diz no nome esse módulo cuida de explicar o raciocínio utilizado pelo SE e trata-se de um requerimento obrigatório, geralmente disponibiliza um histórico, explicando passo a passo como o SE chegou ou não a determinada conclusão.

f) Núcleo do sistema especialista (*Shell*): o é elemento principal de um Sistema Especialista, pois quem faz a separação entre a base de conhecimento e o motor de inferência e essa separação traz a possibilidade de representar o conhecimento tendo

por base as regras do tipo SE-ENTÃO, que são as formas mais próximas do pensamento humano.

A união do mecanismo de inferência e a interface com o usuário é mais conhecido como o Núcleo do Sistema Especialista ou Shell. A utilidade de uma *Shell* é possibilitar a rápida prototipagem de um sistema especialista (SALIH; ABRAHAM, 2013; SOUZA, 2017).

O SE de classificação de doenças do sistema urinário foi modelado com o auxílio do *software* Expert Sinta (ExSinta) que é uma *Shell* que utiliza técnicas de IA para geração automática de SE. O ExSinta utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidade e tem como objetivo a simplificação da implementação de SE pela utilização de uma máquina de inferência compartilhada e construção automática de telas e menus. Foi desenvolvido pelos Laboratórios de Pesquisa em Ciência da Computação, Departamento de Computação – Universidade Federal do Ceará – Laboratório de Inteligência Artificial (LIA) e é de distribuição e uso livre (LIA,1999; FARIAS; SASSI, 2018).

Um SE, pode contribuir em diversas áreas de atuação, como: Saúde, Economia, Agricultura, Educação, Robótica, Processamento de imagens, Reconhecimento de imagem e entre outras possíveis. Mencionado também, um dos principais mecanismos de tomada de decisão denominado "Motor de Inferência", onde sua principal função é dar o direcionamento da resposta solicitada pelo utilizador do SE, assim apresentando-se evidência da resolução do problema.

O ExSinta utiliza regras de produção para modelar o conhecimento humano, ideal para problemas no qual uma determinada solução deve ser atingida a partir de um conjunto de seleções. As regras são baseadas em condições IF-THEN-ELSE (SE – OU – ENTÃO). Desenvolvem-se as regras baseado nas variáveis e nos objetivos do problema ao qual se propõem como resolução.

O processo de desenvolvimento conduz a um ciclo, aonde a cada nova passagem conduz a mais um nível de profundidade no sentido de refinar o conhecimento já adquirido e armazenar este conhecimento numa base de conhecimento.

3 Materiais e métodos

Os experimentos computacionais foram divididos em três fases, descritas a seguir:

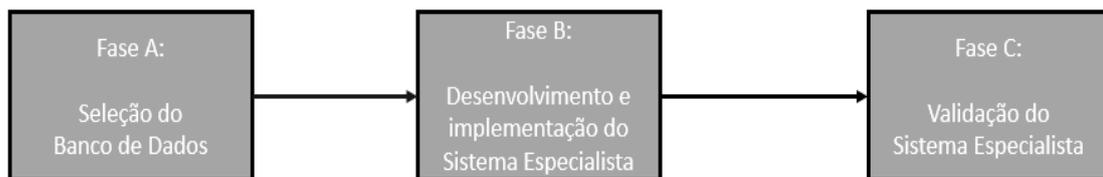
- Fase A: Seleção do banco de dados: Procurou-se um banco de dados que contenha informações sobre doenças do sistema urinário.

- Fase B: desenvolvimento e Implementação do Sistema Especialista: Planejou-se regras e variáveis para a manipulação correta dos dados, e criou-se o Sistema Especialista implementando as regras e variáveis.

- Fase C: Validação do Sistema Especialista: Validado o Sistema Especialista por um médico generalista.

A seguir, apresenta-se na Figura 2 as fases dos experimentos computacionais:

Figura 2: Fases do Experimentos



Fonte: Autores (2018)

Na Fase A - Seleção do Banco de Dados foram extraídos dados da base: “*Acute Inflammations Data Set*”, que por sua vez, tem como ideia preparar dados comparativos das seguintes doenças: inflamação da bexiga e Nefrite aguda. A base torna possível a formação de algoritmos para o Sistema Especialista. Esta base é composta de três atributos: índice, descrição e status dos sintomas. Estes registros nos atributos foram delimitados em uma planilha eletrônica para a melhor compreensão da base, logo definidas as variáveis e regras para o Sistema Especialista.

Na Fase B - Desenvolvimento e implementação do Sistema Especialista foi desenvolvido um Sistema Especialista, por meio do *software* Expert Sinta. O *software* proporcionou suporte ao diagnóstico clínico por meio das variáveis e regras desenvolvidas. As regras e as variáveis foram estruturadas conforme o conhecimento extraído da base na fase anterior.

Na Fase C - Validação do Sistema Especialista, o SE foi validado com especialistas da área da saúde, averiguando assim, classificando as duas doenças do sistema urinário (nefrite aguda e inflamação da bexiga). O grupo de profissionais da saúde que validaram o SE é composto por um médico especialista e um clínico geral.

A base de conhecimento do SE foi implementada em forma de regras, a partir de consultas com um médico generalista, num total de 16 regras. Tais regras foram implementadas no desenvolvimento do sistema. A base de conhecimento foi gerada a partir da “*UCI Machine Learning Repository: Data Sets*”. Utilizando as informações de correlação e os dados extraídos da base “*Acute Inflammations Data Set*”.

Verificou-se todos os atributos recebidos originalmente, o generalista analisou, com base em seu conhecimento e experiência, quais dos atributos seriam os mais relevantes na identificação de cistite ou pielonefrite. Após essa análise os atributos foram reduzidos de 26 para 15.

No processo de criação das regras foram utilizadas as seguintes abordagens:

- a) Entrevista não estruturada com o médico generalista;
- b) Busca na literatura;
- c) Criação das regras e variáveis a partir do Expert Sinta;
- d) Validação e redução;
- e) Definição de quais atributos eram mais importantes;
- f) Verificação das regras e validação do sistema

No processo de criação das regras foram utilizadas as seguintes abordagens:

- a) Na entrevista foi abordado o objetivo do trabalho com o médico, com a finalidade de reunir informações sobre as duas doenças e entender o raciocínio a qual o médico usa para identifica-las;
- b) Realizou-se uma pesquisa em artigos, livros e revistas sobre o funcionamento dos rins e as duas doenças Cistite e Pielonefrite;
- c) Com base nas informações da literatura, no conhecimento do médico generalista e na base de dados "*Acute Inflammations Data Set*" realizou-se um protótipo criando as regras e as variáveis.
- d) Foi apresentado o protótipo do trabalho ao médico generalista, sendo corrigido a quantidade de variáveis (inicialmente 8, passando para 15) e a quantidade de regras (inicialmente 6, passando para 16).
- e) A partir de uma nova entrevista não estruturada com o médico generalista, buscou-se identificar a importância de cada atributo de forma a numerar as regras, e chegar ao objetivo;
- f) Por fim foi verificado as regras criadas e sua ordem de importância, de acordo com o médico generalista, e validando o sistema.

Inseriu-se as variáveis na base de conhecimento do ExSinta, trabalho totalmente manual. Cada variável recebeu um valor, que pode ser numérico, univalorado ou multivalorado. Também foi criada cinco variáveis objetivo, que são literalmente o objetivo do SE. No caso o objetivo é a identificação de duas doenças do sistema urinário, apoio de decisão recomendado pelo médico generalista, e um objetivo caso não identifique nenhuma das doenças conforme pode ser observado na Figura 3 uma amostra das regras geradas.

Figura 3: Regras de Produção.

Regra 1	
SE	Hemodinamicamente = Sim
E	disúria = Sim
E	Sexo = Feminino
ENTÃO	cistite = Sim CNF 50%
Regra 2	
SE	Hemodinamicamente = Sim
E	Urinar pouco = Sim
E	Sexo = Feminino
ENTÃO	cistite = Sim CNF 50%
Regra 3	
SE	Hemodinamicamente = Sim
E	Urina turva ou com cheiro forte = Sim
E	Sexo = Feminino
ENTÃO	cistite = Sim CNF 500%
Regra 4	
SE	Hemodinamicamente = Sim
E	urina constante = sim
E	Sexo = Feminino
ENTÃO	cistite = Sim CNF 50%
Regra 5	
SE	Hemodinamicamente = Sim
E	disúria = Sim
E	Temperatura do paciente < 37.8
E	giordona + = Sim
ENTÃO	Pielonefrite = Não CNF 100%
	cistite = Sim CNF 100%

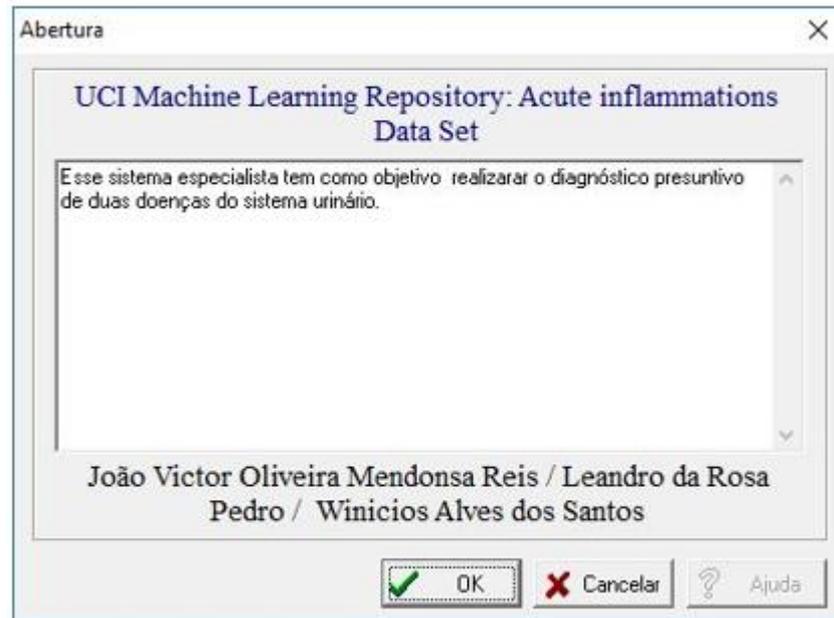
Fonte: Autores (2018)

As regras foram ordenadas através dos atributos mais relevantes apontados pelo médico generalista, como saber se o paciente está ou não hemodinamicamente estável (sem uso de droga vasoativa ou suporte cardiovascular), o sexo e idade do paciente além dos principais sintomas abordados clinicamente.

Desenvolveu-se a interface com o usuário apresentando as seguintes telas:

Ao se iniciar o Sistema Especialista uma tela de boas-vindas é exibida, mostrando o objetivo do programa ao usuário de acordo com a Figura 4:

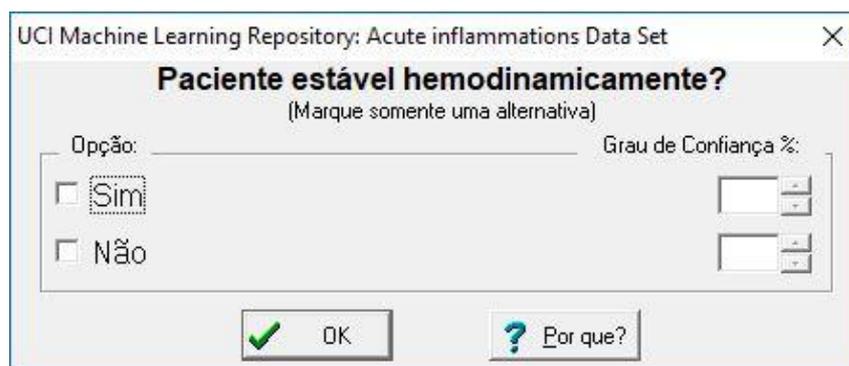
Figura 4: Tela de boas-vindas do SE



Fonte: Autores (2018)

Após a tela de boas-vindas o usuário já é redirecionado para as perguntas para a classificação das doenças. Na Figura 5 podemos observar um exemplo de pergunta feita pelo sistema ao usuário.

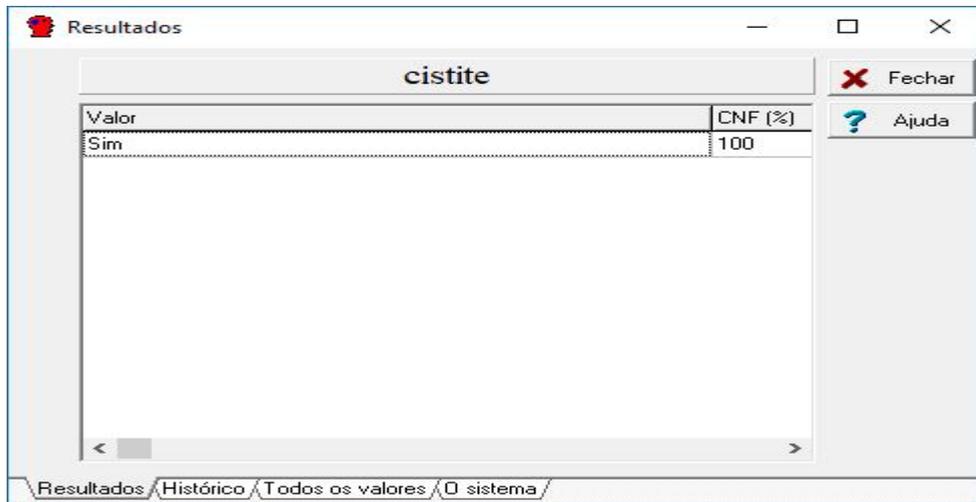
Figura 5 – Exemplo de pergunta feita ao usuário no SE



Fonte: Autores (2018)

O usuário irá responder as perguntas existentes até que as premissas do SE tenham sido alcançadas até chegar ao resultado, conforme figura 6:

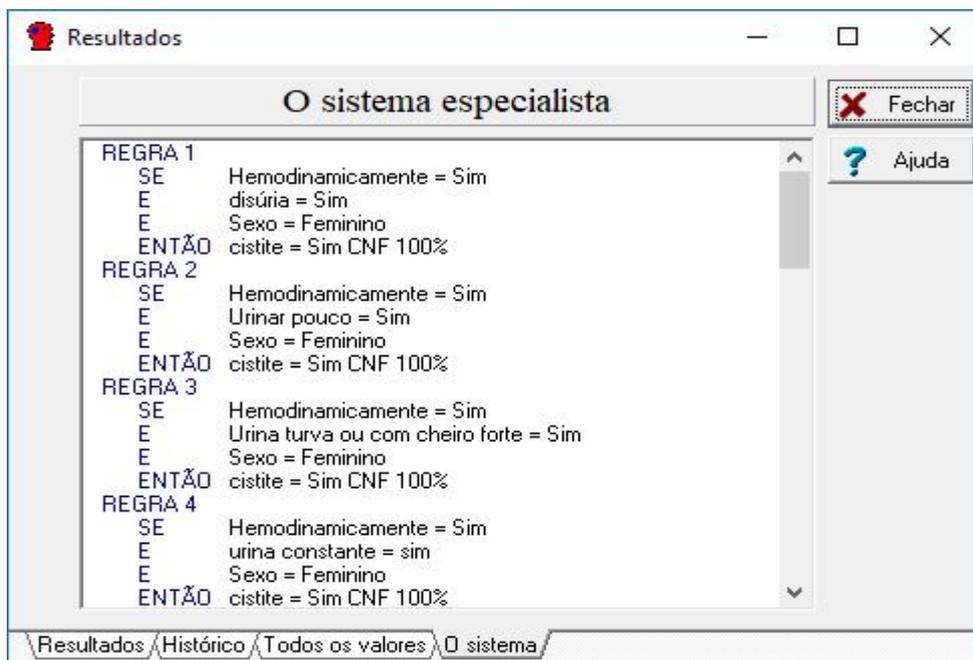
Figura 6: Exemplo de resultado referente a consulta realizada no SE



Fonte: Autores (2018)

Pela tela de resultados é possível acessar a aba 'O sistema' onde as regras do SE são exibidas mostrando ao usuário a forma como a decisão foi tomada de acordo com a figura 7.

Figura 7 – Exemplo de pergunta feita ao usuário no SE



Fonte: Autores (2018)

4 Discussão dos Resultados

O SE foi validado, como proposto, por um médico generalista e assim obteve-se êxito no momento dos testes e dos resultados.

As regras de produção geradas tiveram um nível de precisão interessante na execução indicando corretamente as perguntas e gerando a base de conhecimento. No SE foram implementadas 16 regras no total.

Foram feitos diversos experimentos no sistema criado para a classificação de doenças do sistema urinário e foi definido que 7 a cada 10 testes na ferramenta não retornaram respostas do tipo: “valor desconhecido” considerando a classificação das doenças.

Algumas perguntas programadas no SE possuem graus de confiança para a garantia da precisão ao resultado final que são guiados de acordo com os dados inseridos pelo usuário do SE.

Com a implementação do SE foi possível identificar pacientes com diagnosticado com Cistite; identificar pacientes com diagnosticado com Pielonefrite; Identificar a necessidade de solicitar exames de Ultra-som e Urina 1; identificar a necessidade de

solicitar exames de Hemocultura e obtenção de resultados mais precisos utilizando somente atributos que são relevantes ao diagnóstico.

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou uma análise para auxiliar o diagnóstico específico de duas doenças do sistema urinário, classificada como a segunda infecção que mais afeta a população no geral. Com o auxílio do SE e com recursos de IA, permitiu-se ao profissional ter assertividade ao diagnosticar doenças do sistema urinário dos pacientes.

Ao realizar este trabalho, permitiu-se uma melhor compreensão da aplicação da IA na área médica, sendo possível a tomada de decisão mais precisa, reduzindo-se a margem de erro humano no diagnóstico do médico especialista.

O Sistema Especialista (SE), lida com problemas de grandes complexidades do mundo real, vivenciadas por profissionais especialistas em determinado segmento de conhecimento, permitindo-se automatizar o processo via modelo computacional, evitando-se a probabilidade de margem de erro humano, auxiliando-se o profissional expert ser assertivo em atividades que são comuns em seu dia-dia.

O SE realiza suas tarefas via “Motor de Inferência”, realizando-se as deduções, usando como base sua fonte de conhecimento adquirido e aperfeiçoado periodicamente, incorporando o agir humano, realizando-se previsões e visão de determinadas dificuldades ou dados ocultos em uma análise, com os recursos da IA chegando-se a conclusão mais rápida e mais próxima do ideal. Para efeito de experimento e testes foi utilizado a base de dados UCI (*Machine Learning Repository*) referente a doença urinária.

O SE desenvolvido conforme o mencionado anteriormente, possui delimitações que pode impedir sua flexibilidade em sua utilidade. No formato em que foi gerado o SE, necessita da plataforma Expert Sinta para ser executado todas as informações de regras e variáveis referente ao diagnóstico do sistema urinário. Outro ponto importante é a segurança, para impedir manipulações das regras configuradas a pessoas não autorizadas, devido não possuir nenhum recurso de autenticação ao abrir a ferramenta.

Para dar segmento neste trabalho de desenvolvimento de um SE, focado em classificação de doenças do sistema urinário de forma mais madura e de flexíveis alterações futuras, é indicado gerar a codificação do sistema em linguagem de programação que suportam o uso de técnicas da IA sendo as mais conhecidas no mercado: Python e R, podendo-se utilizar bibliotecas de códigos abertos para aprendizagem de máquina (*Deep Learning*) pronto para uso, como por exemplo: *TensorFlow* (utilizado para treinamento de redes neurais, desenvolvido pelo Google *Brain*), *Numpy* (Matemática e Estatística Avançada), *Scipy* (Matemática computacional avançada), *Matplotlib* (Criação de gráficos).

Em médio prazo, é recomendado realizar a hospedagem da aplicação na Web, garantindo sua disponibilidade 24 horas por dia, classificando-se como ferramenta

médica de missão crítica. A longo prazo é sugerido possuir recurso de “*Report*”(Relatório) estatístico, sendo possível a geração de gráficos para melhor entendimento e estudo de dados relacionados a doença urinária.

Assim concluindo-se esse presente trabalho, foi gerado o sistema especialista para classificar duas doenças (Cistite e Nefrite) do sistema urinário via validação de um médico generalista. Firmando-se a veracidade das informações composta no sistema desenvolvido com a finalidade de auxílio na área da medicina em um órgão específico.

Referências Bibliográficas

Adeli, H. (2014). Expert systems in construction and structural engineering. CRC Press.

Albagli, S.; Maciel, M. L. (2004). Informação e conhecimento na inovação e no desenvolvimento local. Ciência da informação, v. 33, n. 3.

Almeida, M. De C.; Simões, M.; Raddi, M. S. G. (2007). Ocorrência de infecção urinária em pacientes de um hospital universitário. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, p. 215-219.

Andrade, P. J. N. De. (1999). Sistemas especialistas de apoio ao diagnóstico em medicina. Relações com o teorema de Bayes e com a lógica do raciocínio diagnóstico. Arq Bras Cardiol, v. 73, n. 6, p. 537-544.

Batista, C. S. (2002). Infecção do trato urinário na gestação-conduta. Femina, v. 30, n. 8, p. 553-557.

Carvalho, A. De O. (2002). Informática em saúde e fatores críticos de sucesso: um estudo no INCOR. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Biblioteca Digital, FGV.

Cascão, L. V. C. (2011). Modelos de inteligência computacional para apoio a triagem de pacientes e diagnóstico clínico de tuberculose pulmonar. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Da Costa, K. A. P.; Aguilera, H. R. (2013) Análise e desenvolvimento de Sistema Especialista para Service Desk Utilizando Conceitos de ITIL. RETEC-Revista de Tecnologias, v. 5, n. 1.

Farias, E. B. P.; Sassi, R. J. (2018). Framework ITIL e Inteligência Computacional na padronização do atendimento do Service Desk de um Hospital Público. Revista Eletrônica Gestão & Saúde, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 219 - 233, ISSN 1982-4785.

- Gomes, D. dos S. (2011). Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações. Olhar Científico, v. 1, n. 2, p. 234-246.
- Gupta, S; Singhal, R. (2013) Fundamentals and characteristics of an expert system. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, v. 1, n. 3, p. 110-113.
- Heinzle, R. et al. (1995). Protótipo de uma ferramenta para criação de sistemas especialistas baseados em regras de produção. 1995.
- Jepsen, T. (2003) "IT in Healthcare: Progress Report", IT Professional, IEEE Computer Society Jan-Feb, pp 8-14.
- Jensen, F. V.; Olsen, K. G.; Andersen, S. K. (1990). An Algebra of Bayesian Belief Universes for Knowledge-Based Systems. Networks. New York: John Wiley & Sons, Inc., v.20, p.637-659, 1990.
- Johnson, C. C. (1991) Definitions, classification, and clinical presentation of urinary tract infections. The Medical clinics of North America, v. 75, n. 2, p. 241-252.
- Kasabov, N, K. (1996) Foundations of neural networks, fuzzy systems, and knowledge engineering A Bradford Book. London, England The MIT Press.
- LIA, (1999) Laboratório de Inteligência Artificial. Expert SINTA: uma ferramenta para criação de sistemas especialistas. Universidade Federal do Ceará.
- Lopes, H. V.; Tavares, W. (2005). Diagnóstico das infecções do trato urinário. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 51, n. 6, p. 306-308.
- Luxton, G.W. G.; Starr, D.A. (2014) KASHing up with the nucleus: novel functional roles of KASH proteins at the cytoplasmic surface of the nucleus. *Current opinion in cell biology*, v. 28, p. 69-75.
- Martins, H.; Neto, R.; Neto, A.; Velasco, I. (2009) Emergências Clínicas. Disciplina de Emergências Clínicas da FMUUSP. 4^a Edição. Barueri. Manole.
- Mastella, L. S.; Abel, M.. (2004) Técnicas de aquisição de conhecimento para sistemas baseados em conhecimento. Curso de Bacharelado em Ciências da computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul–Instituto de Informática.
- Mendes, R. D.;(1997) Inteligência Artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação. *Ciência da Informação*, v. 26, n. 1.
- Mesquita, C. T.. (2017) Inteligência Artificial e Machine Learningem Cardiologia–Uma Mudança de Paradigma. *Nucl Med*, v. 58, n. 3, p. 357-364.
- Nunes, P. R.; Fonini, L. S.; Oliveira, M. S.De ; Katagiri, S.K.. (2016) Prevalência e perfil de resistência bacteriana em infecções do trato urinário de pacientes ambulatoriais da

Grande Porto Alegre, RS. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, v. 48, n. 3, supl. 01, p. 92-98.

Nunes, G. L. Da S. (2007). Avaliação da função renal em pacientes hipertensos. *Rev Bras Hipertens* vol, v. 14, n. 3, p. 162-166.

Oliveira, U. M. De. (1995) Cistite: Fatores de virulência da *Escherichia coli* em sua patogênese. Tese (Doutorado em Clínica Médica) - Universidade Estadual de Campinas.

Rodrigues, F. J. B.; Barroso, A. P. D. (2011). Etiologia e sensibilidade bacteriana em infecções do tracto urinário. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, v. 29, n. 2, p. 123-131.

Salih, A.; Abraham, A. (2013) A review of ambient intelligence assisted healthcare monitoring. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management (IJCISIM)*, v. 5, p. 741-750.

Sellmer, D.; Carvalho, C. M. G.; Carvalho, D. R.; Malucelli, A. (2013). Sistema Especialista para apoiar a decisão na terapia tópica de úlceras venosas. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 34, n. 2, p. 154-162.

Slack, W. V. (1997). *Cybermedicine: how computing empowers doctors and patients for better health care*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.

Sodré, F. L.; Costa, J. C. B.; Lima, J. C. C. (2007) Avaliação da função e da lesão renal: um desafio laboratorial. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 43, n. 5, p. 329-337.

Souza, D. C. (2017) Sistema especialista baseado em regras ponderado por tendências aplicado ao monitoramento de processos industriais. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte,

Souza, P. S. (2008) Entre Fodor e Chalmers: Simbolistas e Conexionistas por uma Inteligência Artificial. *Língua, Literatura e Ensino*, v. 3, p. 563-566.