



Sistemas Baseado em Conhecimento

Relatório Final

Sistema Pericial para Diagnóstico em Estomatologia (Diagnóstico Oral)

2024/2025

Cristina Mendes nº1230174

Cristiane Santos nº1241928

Resumo

Este trabalho tem como principal objetivo a construção da primeira fase de desenvolvimento de um sistema pericial para apoio ao diagnóstico clínico em Estomatologia, focado em patologias como cárie dentária, doença periodontal entre outras. A aquisição de conhecimento foi realizada através de entrevistas com uma perita da área, análise de vídeos ilustrativos fornecidos e consulta de literatura especializada. O conhecimento recolhido foi estruturado sob a forma de regras do tipo **SE...ENTÃO**, permitindo simular o raciocínio clínico de uma especialista. O trabalho inclui ainda a representação gráfica dos fluxos de decisão de diagnóstico, com vista à futura implementação de um sistema baseado em conhecimento para apoio à formação e prática clínica em diagnóstico oral.

Palavras-chave: Aquisição de conhecimento, Diagnóstico Oral, Estomatologia, Sistema Pericial.

Índice

1	<i>Introdução.....</i>	<i>1</i>
1.1	Enquadramento/Contexto	1
1.2	Descrição do Problema	2
1.3	Estrutura do relatório	3
2	<i>Fontes de Conhecimento</i>	<i>4</i>
2.1	Identificação e Caracterização do Perito	4
2.2	Outras Fontes de Conhecimento.....	4
3	<i>Descrição das Sessões de Aquisição de Conhecimento</i>	<i>5</i>
3.1	Primeira Entrevista	5
3.2	Vídeos ilustrativos	8
3.3	Segunda Entrevista	15
4	<i>Representação do conhecimento adquirido</i>	<i>17</i>
4.1	Descrição da implementação	17
4.2	Fluxograma	20
5	<i>Restrições no Desenvolvimento do Projeto</i>	<i>21</i>
6	<i>Principais Aspetos Caracterizadores do Trabalho.....</i>	<i>25</i>
6.1	Entrada de Dados com DiagnosticoUI	27
6.2	Modelagem dos sintomas	27
6.3	Conversão dos Sintomas em Evidências.....	28
6.4	Hipóteses e Diagnósticos	28
6.5	Estrutura das Regras e Fatores de Certeza	29
6.6	Geração do Diagnóstico	32
6.7	Exemplo de Execução.....	32
7	<i>Adequação ao Meio Envolvente</i>	<i>38</i>
8	<i>Conclusões e Possibilidades de Desenvolvimento Futuro.</i>	<i>39</i>
8.1	Limitações e trabalho futuro.....	39
8.2	Conclusão Técnica.....	40

<i>Referências</i>	41
<i>Anexo A Terminologia Específica</i>	42

Índice de Figuras

<i>Figura 1 - Estrutura do Dente</i>	9
Figura 2 - Dente sem cárie	10
Figura 3 - Dente com cárie média	11
Figura 4 - Dente com cárie avançada e interproximal.....	11
Figura 5 - Dente com cárie muito avançada	12
Figura 6 - Gengiva saudável	13
Figura 7 - Segunda Etapa	14
Figura 8 - Terceira Etapa.....	14
Figura 9 – Abfração	15
Figura 10 - Fluxograma de decisão.....	20
Figura 11 - Fluxograma Gengivas	21
Figura 12 - Fluxograma lógico da solução.....	25
Figura 13 - Diagrama UML do sistema de diagnóstico de estomatologia	26
Figura 14 - Interface gráfica do sistema de diagnóstico em estomatologia.....	27
Figura 15 - Diagnóstico de Gengiva Saudável	33
Figura 16 - Diagnóstico de Gengivite.....	34
Figura 17 - Diagnóstico Abscesso Pulpar.....	35
Figura 18 - Diagnóstico de Doença Periodontal.....	36
Figura 19 - Abscesso Periodontal	37

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Fatores de certeza associados	31
--	----

Notação e Glossário

ATM	Articulação Temporomandibular
DTM	Disfunção Temporomandibular
SNS	Sistema Nacional de Saúde (Portugal)
SUS	Sistema Único de Saúde (Brasil)
FC	Fator de Certeza

1 Introdução

Este projeto tem como principal objetivo o desenvolvimento de um sistema pericial aplicado à área da Estomatologia, com principal foco na identificação e diagnóstico de patologias orais mais comuns, como é o caso da cárie dentária e a doença periodontal.

Perante isto, pretende-se recolher, organizar e representar o conhecimento de forma a estruturar uma base de conhecimento lógica e funcional, que permita simular o raciocínio clínico de um profissional qualificado.

1.1 Enquadramento/Contexto

Atualmente estamos perante um mundo cada vez mais digital, em que a utilização de tecnologia do ambiente empresarial é vista como uma vantagem competitiva entre os diversos concorrentes.

No caso da saúde a situação não é muito diferente, devido a crescente digitalização dos processos clínicos e a necessidade de sistemas de apoio à decisão, os Sistemas Periciais têm assumido um papel importante na assistência a profissionais de saúde nas mais variadas áreas.

De acordo com a definição utilizada no SNS em [5], a Estomatologia é uma especialidade médica dedicada ao estudo, diagnóstico, profilaxia e tratamento das patologias que afetam todas as estruturas da boca e seus anexos, integrando-as à patologia sistêmica. A Estomatologia trata uma ampla gama de condições, incluindo:

- **Patologias do Sistema Estomatognático:** Envolve o diagnóstico e tratamento de doenças que afetam a boca, mandíbula, dentes e estruturas relacionadas.
- **Cárie Dentária e Doenças Pulpaes:** A intervenção na prevenção, tratamento conservador ou invasivo da cárie e suas complicações.
- **Traumatismos Alvéolo-Dentários:** Cuidados voltados ao tratamento de traumas dentais, especialmente em situações de emergência.
- **Disfunção Temporomandibular (DTM):** Gestão das condições que afetam a articulação temporomandibular, incluindo a dor facial.
- **Patologias das Glândulas Salivares:** Diagnóstico e tratamento de doenças que afetam a funcionalidade das glândulas salivares.

- **Anomalias do Crescimento Facial e Dismorfias Orofaciais:** Abordagem de deformidades congênitas ou adquiridas que afetam a estética e a funcionalidade facial.
- **Patologia da Mucosa Oral:** Inclui tratamento de lesões, infecções e outras condições que afetam a mucosa da boca, podendo ser manifestação de doenças sistêmicas.

Dessa forma, lida com condições de origem inflamatória, infecciosa, traumática, genética ou tumoral, e se caracteriza pela sua atuação integrada, pois está interligada a diversas outras especialidades médicas, como a Cirurgia Maxilofacial e a Medicina Dentária, enfrentando uma elevada procura por assistência, especialmente de pacientes com múltiplas condições clínicas.

1.2 Descrição do Problema

Na grande maioria das vezes o diagnóstico em Estomatologia baseia-se em queixas subjetivas dos pacientes e na observação de sinais clínicos por vezes pouco específicos. As dores dentárias, gengivais ou em estruturas adjacentes podem ter diversas origens, o que exige uma análise cuidadosa por parte de um profissional.

A padronização deste processo, por meio de um sistema pericial, pode facilitar o raciocínio clínico, acelerar o diagnóstico e apoiar a formação de novos profissionais.

Na literatura encontramos alguns exemplos que corroboram a importância deste tipo de sistemas, como é o caso do estudo intitulado “Conhecimento, confiança e raciocínio clínico de estudantes de odontologia para diagnosticar doenças periodontais pediátricas”, o qual analisou o desempenho de estudantes do terceiro e quarto ano de odontologia no diagnóstico de doenças periodontais em crianças.

Principais conclusões do estudo:

- Embora não tenha sido observada diferença significativa no **nível de conhecimento** entre os anos avaliados, os estudantes demonstraram **baixo nível de confiança** em comparação com especialistas.
- Foram identificados **três padrões de raciocínio clínico**, sendo o mais comum a **procura progressiva**, acompanhada de **insegurança na tomada de decisão diagnóstica**.
- Os estudantes revelaram **dificuldades em diferenciar entre alterações normais e patológicas**, o que pode comprometer a eficácia do diagnóstico e tratamento.

- O estudo recomenda **aperfeiçoamento da formação académica** com recursos como **simulações clínicas, laboratórios práticos e sistemas de apoio ao diagnóstico**.

Contribuição dos sistemas baseados em conhecimento:

A aplicação de um sistema pericial neste contexto pode contribuir de forma significativa para a superação destes desafios, ao:

- Fornecer **fluxos de decisão estruturados**, com base em sintomas e sinais clínicos objetivos;
- Ajudar a desenvolver o **raciocínio clínico através de simulações e regras formais**;
- Promover **maior confiança** dos estudantes na formulação de diagnósticos e decisões terapêuticas.

1.3 Estrutura do relatório

Este relatório está organizado em cinco capítulos principais. No **capítulo 1**, fazemos uma pequena introdução ao tema, com o respetivo enquadramento, problema e estrutura de relatório. O **capítulo 2** descreve as fontes de conhecimento usadas. O **capítulo 3** detalha as sessões de aquisição de conhecimentos. O **capítulo 4** aborda a representação do conhecimento recolhido. Por fim, no **capítulo 5** apresentamos as conclusões finais do trabalho. O relatório inclui ainda as referências bibliográficas e um anexo com a terminologia técnica específica.

2 Fontes de Conhecimento

Para a aquisição de conhecimento, recorreu-se a uma perita com formação em Medicina Dentária e especialista na área. A perita contribuiu com uma entrevista estruturada na qual descreveu detalhadamente os processos de diagnóstico clínico em Estomatologia a partir da sintomatologia de dor. Além disso, foram consultados artigos científicos e literatura técnica da área, citados na seção Referências, com foco na sintomatologia odontológica e nas diretrizes para avaliação clínica.

2.1 Identificação e Caracterização do Perito

Foi convidada a ser perita a Dra. Virgínia Marília Santos por sua formação e especialidade na área de estudo:

- Graduação em Odontologia: Universidade Federal de Minas Gerais
- Especialização em Endodontia: Faculdade São Leopoldo Mandic
- Especialização em Saúde Pública: Escola de Saúde Pública de Minas Gerais

A perita tem conhecimento em diversas áreas do conhecimento relacionados à medicina dentária por atuar como dentista em centros de saúde do sistema público de saúde brasileiro, o SUS, atendendo a pacientes (utentes) com variados sintomas relacionados à estomatologia. Sendo assim, apta a realizar o diagnóstico nas diversas áreas de especialização, para assim tratar a doença e/ou encaminhar a especialistas mais indicados.

2.2 Outras Fontes de Conhecimento

Além dos conhecimentos da perita, foram consultados um artigo acadêmico “Estudo topográfico da dor de origem dentária” [4], um estudo divulgado pelo Sistema Nacional de Saúde [5] e um estudo realizado por uma fabricante de produtos na área odontológica [1]. Ainda para dar motivação para a pesquisa, é apresentado um estudo de caso de uso de sistema baseado em conhecimento aplicado a diagnóstico em estomatologia [3].

3 Descrição das Sessões de Aquisição de Conhecimento

O processo de aquisição de conhecimento para este trabalho foi realizado através de três abordagens principais:

- Entrevistas com uma perita em Estomatologia;
- Análise de vídeos ilustrativos com conteúdos técnicos e visuais, gerados e fornecidos pela perita;
- Consulta de literatura especializada sobre diagnóstico clínico oral;

Estas fontes permitiram não apenas identificar os principais sintomas e sinais clínicos associados às patologias estomatológicas mais comuns, mas também perceber os fluxos de decisão para diagnóstico que são seguidos na prática clínica.

3.1 Primeira Entrevista

A primeira sessão de aquisição de conhecimento foi conduzida de forma aberta com a perita, tendo como objetivo compreender a área em questão, os principais termos utilizados e definir os diagnósticos que integrarão a base de conhecimento.

A entrevista estruturada abordou os principais sintomas relatados pelos pacientes, como dor espontânea, sensibilidade térmica, inflamações, presença de lesões, e assimetrias faciais.

Quando o paciente chega ao consultório com sintomatologia dolorosa, a perita destacou a importância de localizar precisamente a dor, que pode ocorrer devido a problemas na gengiva, no dente ou em outros tecidos (afta no lábio, lesão no palato, lesão na língua, assoalho bucal). Relatou que inicialmente isso é feito questionando o paciente sobre sua natureza e localização, incluindo regiões como dentes anteriores/posteriores, palato mole, palato duro, mucosa jugal e assoalho bucal.

Em seguida, o profissional deve verificar se há alguma ferida ou lesão (tendo em conta que a lesão não é o mesmo que ferida: a lesão pode ser um tumor, uma placa, um nódulo e a ferida é uma úlcera). Além de procurar por inchaço, edema extrabucal, assimetria facial (se um lado está maior que o outro), se está vermelho em alguma região da face.

Foi explicada a importância da inspeção gengival, destacando características de gengiva saudável: aspecto de casca de laranja, ou seja, é rosada e porosa com pequenas depressões (furos pequenos), é mais resistente, mais dura e possui formato triangular entre os dentes. Em caso de inflamação, a chamada gengivite, as características são gengiva avermelhada, edemaciada (inchada), com bordas arredondadas, sangrante (sangra com facilidade ao passar fio dentário e é dolorida, sensível principalmente ao toque. Indicou ainda que a principal causa da gengivite é a má higienização que proporciona um ambiente propício para as bactérias formarem o biofilme (também conhecido como placa) e liberarem toxinas, causando a inflamação. O biofilme pode ser desorganizado através da escovação ou do uso do fio dentário ou, na falta de boa higienização, pode ser mantido causando cárie ou gengivite. Em uma fase posterior, ele também pode se calcificar através dos minerais da saliva causando cálculo dental (tártaro), que nesse caso só é removido em consultório.

O tártaro não somente perpetua a gengivite, mas pode evoluir para uma doença periodontal propriamente dita, que atinge não só a gengiva, mas também o osso alveolar e os ligamentos periodontais que sustentam o dente. Nesse estágio, pode causar perda óssea – o osso ao redor da raiz sofre reabsorção progressiva – o que resulta em mobilidade dentária: o dente fica “bambo”, ou seja com mobilidade, perceptível ao toque.

Em fase mais avançada da periodontite pode surgir um abscesso periodontal, caracterizado pelo acúmulo de pus que se manifesta clinicamente quando, ao se pressionar a gengiva, secreta um líquido espesso, branco ou amarelo. Uma boa forma de se verificar a presença do abscesso é por meio do exame clínico (pressionando a região e observando a se há liberação do pus) ou de uma radiografia, em que se percebe um espaço escuro (espaço radiolúcido) entre a raiz e a cortical do osso alvéola.

Os abscessos podem ter origem pulpar (endodôntica), quando o processo inflamatório parte da polpa dentária necrosada, ou periodontal (periodontal), quando surgem ao redor da raiz. No abscesso de origem pulpar, além da dor aguda, pulsátil e intensa, pode desenvolver-se edema na gengiva, no vestibulo ou no palato. Em alguns casos, forma-se uma fístula — pequena “espinha” com ponto amarelado, por onde o pus que passou pela raiz drena, aliviando temporariamente a dor.

Quanto ao prognóstico, é possível salvar um dente acometido por doença periodontal se ainda mantiver suporte ósseo em pelo menos um terço de sua raiz. Se a reabsorção óssea

for muito extensa, com alta mobilidade, ou se a raiz estiver fraturada, faz-se necessária a extração total do dente.

Além das dores de origem dentária e periodontal, existe a possibilidade de dor articular: a articulação temporomandibular (ATM) pode apresentar desconforto ao abrir e fechar a boca, e esse sintoma deve ser pesquisado porque pode ser confundido com pericoronarite — inflamação dos tecidos que envolvem o terceiro molar (o “siso”) e com dor nos ouvidos por ser uma região muito próxima. Para identificar se é ATM ou periconarite, é pedido ao paciente para que faça o movimento de abrir e fechar a boca e dizer se percebe alguma diferença na sensibilidade da dor. Caso a dor se intensifique durante o movimento, há maior suspeita de disfunção da articulação temporomandibular (ATM) e o paciente deve ser encaminhado a um especialista para determinar o tratamento mais indicado.

Ainda no exame clínico intraoral, é feita a diferenciação de dor constante da dor provocada por estímulo: térmico (quente, frio), químico (doce) ou mecânico (percussão com o espelho). As fibras nervosas intrapulpais respondem de forma diferente a esses estímulos e, como uma delas necrosa mais rapidamente, o padrão de dor pode variar conforme o estágio da lesão.

Quando o paciente refere dor restrita à mastigação, pensa-se em cárie em estágio inicial, sem necrose pulpar. O profissional avalia se há cavitação e observa o esmalte (se está poroso e opaco) e a dentina (se está exposta e/ou amolecida). Se existir cavidade, porém a dentina residual estiver dura, basta remover a placa e restaurar o dente sem retirar tecido dentinário. Se a dentina estiver mole, remove-se o tecido dentinário contaminado (amolecido) até encontrar uma estrutura mais resistente antes de proceder à restauração.

Por fim, quando o paciente chega com dor espontânea — ainda que esporádica — localizada no dente, a suspeita clínica recai sobre necessidade de tratamento de canal. Realiza-se a remoção completa do tecido pulpar inflamado ou necrosado, a instrumentação e alargamento do canal para eliminar bactérias da dentina circundante, e então a obturação (preenchimento) é feita com cones de guta-percha e cimento endodôntico, selando hermeticamente o sistema de canais radiculares.

3.2 Vídeos ilustrativos

De forma a complementar a aquisição de conhecimento obtida nas entrevistas, foram também analisados vídeos ilustrativos gravados e fornecidos pela perita, que abordam de forma didática e visual os diferentes aspetos anatómicos, clínicos e patológicos relacionados à área. Estes vídeos permitiram uma melhor compreensão da estrutura dentária, da progressão das lesões de cárie, da evolução da doença periodontal, entre outros.

A visualização deste material permitiu consolidar conceitos fundamentais, identificando características visuais típicas de cada patologia e compreender os critérios clínicos utilizados no diagnóstico e na definição do plano de tratamento.

Nos subpontos seguintes são descritas as principais observações retiradas desses vídeos, organizados por tema clínico.

3.2.1 Estrutura do dente e demonstração dos diferentes tipos de cárie

A estrutura do dente pode ser dividida em duas partes:

- A **coroa** corresponde à parte visível do dente e é revista externamente por **esmalte**.
- A **raiz** que está localizada debaixo da gengiva e inserida dentro do osso, por sua vez, é coberta por um tecido chamado de **cemento**.

Na parte interior do dente, conforme observado na figura abaixo, temos duas regiões fundamentais a **dentina** representada pela cor amarela. A parte mais interior do dente é a polpa representada pela vermelha e é nela onde passam os vasos sanguíneos e nervos – fundamental para a vitalidade do dente.



Figura 1 - Estrutura do Dente

Na figura 2 observamos um dente sem cárie tem uma estrutura dentária íntegra e sem lesões.

A cárie pode se desenvolver em diferentes fases, de acordo com a profundidade que a mesma já atingiu no dente. As classificações mais comuns são: **rasa, média, avançada e muito avançada.**

Ela pode surgir na parte superior do dente, que é usada para mastigar os alimentos, mas também, pode se formar na parte entre os dentes – uma região onde a sua detecção é mais difícil e requer um exame radiológico complementar.



Figura 2 - Dente sem cárie

Na figura 3, está representada uma **cárie média** onde podemos observar uma cavidade – a zona mais escura – que já atingiu a dentina. Nesse caso, é necessária a remoção do tecido amolecido e restauração do dente

No caso de a cárie estar apenas na parte do esmalte, estaríamos perante uma **cárie rasa**. O paciente pode sentir dor leve e/ou sensibilidade a frio, mas também pode não sentir nenhum incômodo. Se houver apenas uma mancha branca e opaca, indicando lesão de cárie em esmalte ativa, deve ser feita apenas limpeza e fluoretação. Se houver cavitação, sem atingir a dentina, deve ser preparada a cavidade e finalizar com a restauração do dente afetado.



Figura 3 - Dente com cárie média

Na figura 4 temos o exemplo de cárie **na face oclusal**, parte de cima onde mastigamos, e uma cárie interproximal.



Figura 4 - Dente com cárie avançada e interproximal

A **cárie avançada** ocorre quando a lesão já atingiu uma camada mais interna do dente, ultrapassando o esmalte, a dentina e alcançado a polpa. Nessa fase, é comum existir alguma dor e sensibilidade.

Já na **cárie interproximal**, que é aquela que se forma entre os dentes – como já referido, uma zona de difícil acesso, devido à proximidade entre os dentes. Para a sua

identificação deve ser usado um espelho dentário, observando alterações na coloração do esmalte (mais opaco ou esbranquiçado), e confirmada através de uma **radiografia interproximal**. Nessa radiografia deve ser observado se há uma região radiolúcida (escura) no ponto de contato entre dentes, o que indica que houve desmineralização (quanto mais minerais o dente tiver, mais opaca é a imagem). Geralmente o formato dessa região é triangular, sendo menor (vértice do triângulo) no esmalte e maior (base do triângulo) na dentina.

Nos casos em que a cárie já está a atingir a polpa será necessário o tratamento de canal.

Na figura 5, podemos observar uma a cárie interproximal e cárie oclusal, ambas classificadas como **muito avançadas**, pois já atingiram a polpa e chegaram à raiz do dente. Neste caso, a raiz do dente encontra-se comprometida e enfraquecida e não irá ter capacidade de aguentar uma coroa/prótese, assim não é possível tratar este dente pelo que terá de ser feita a extração.



Figura 5 - Dente com cárie muito avançada

3.2.2 Doença Periodontal

Nesta secção é apresentada a progressão da doença periodontal. Está dividido em três fases/etapas: a primeira etapa – gengiva saudável; segunda etapa – gengivite e a terceira etapa – doença periodontal avançada.

Na figura 6, podemos observar que uma gengiva saudável, com cor rosada, firme e resistente. A parte da gengiva entre os dentes apresenta um formato triangular. Estas gengivas não apresentam sangramento nem sinais inflamatórios.



Figura 6 - Gengiva saudável

Na figura abaixo, a parte vermelha representa a gengiva inflamada, com presença de tártaro na raiz do dente. É possível verificar que está a atingir os tecidos de suporte do dente. Quando ocorre uma **gengivite**, a gengiva apresenta pontas mais arredondas, coloração vermelha, inchaço e existe predisposição a sangramento com facilidade e possivelmente sensibilidade a dor. Como já existe tártaro na raiz, deverá ser efetuada uma limpeza fazendo-se uso de um aparelho de ultrassom. Nos casos em que o tártaro esteja mais difícil de alcançar (mesmo que usando o equipamento), será necessário realizar um retalho - corte da gengiva – para conseguir ver e tratar o local. Todo o cálculo dental aderido à raiz deve ser removido, pois enquanto estiver presente na raiz do dente, a inflamação não se estabiliza.



Figura 7 - Segunda Etapa

Na terceira etapa da doença periodontal, na figura 8, podemos verificar que já houve perda de um dente devido a esta doença. Pode ser observada a gengivite, que evoluiu para a doença periodontal em que os tecidos de suporte estão comprometidos, acarretando reabsorção óssea. Dessa forma, os dentes ficam sem suporte ósseo à sua volta, presos apenas pela gengiva. Nessa fase de evolução da doença será necessário proceder à remoção dos dentes afetados.



Figura 8 - Terceira Etapa

3.3 Segunda Entrevista

A segunda entrevista teve como principal objetivo validar o conhecimento adquirido das sessões anteriores e complementar a base de conhecimento com tópicos adicionais relacionados a problemas dentários comuns.

Durante esta sessão, foram abordadas patologias associadas ao desgaste dentário, bem como as fibras intrapulpais e a sua relação com a dor, reforçando a necessidade de incluir este fenômeno no sistema pericial.

3.3.1 Desgaste Dentário

Um dos problemas dentários comuns relacionados ao desgaste é a **abfração** [1], que corresponde à destruição localizada do tecido dentário causada principalmente por **forças mecânicas** aplicadas nos dentes, como o **bruxismo** (ranger ou apertar os dentes). Esta força concentrada pode criar microfraturas no esmalte junto à linha da gengiva, levando à perda de tecido e eventualmente provocando dor.



Figura 9 – Abfração

Além da abfração, o trauma de escovação – em especial o uso de escovas de cerdas médias e duras, assim como técnicas de escovação mais agressivas - pode levar à **abrasão** dos dentes e consequente recessão gengival, acabando por expor a raiz do dente. Como a raiz tem uma camada fina de cemento, este acaba por se desgastar com bastante facilidade expondo a dentina e consequentemente irá gerar sensibilidade dentária.

Por outro lado, a existência de gengivite também pode contribuir para a recessão gengival, especialmente após o tratamento da mesma, uma vez que ao ser tratada a gengiva acaba por retrair-se, expondo assim uma parte da raiz do dente.

Por fim, no caso da erosão dentária, esta ocorre pela exposição da superfície dentária a ácidos, como aqueles provenientes do refluxo gastroesofágico (ácidos intrínsecos) ou de alimentos e bebidas (ácidos extrínsecos). A erosão provoca a desmineralização do esmalte, enfraquecendo-o e predispondo o dente ao aparecimento de abfrações associadas.

3.3.2 Fibras intrapulpais e relação com dor persistente ou transitória

As fibras nervosas intrapulpais, envolvidas na percepção da dor são principalmente as fibras A δ e C, que apresentam diferenças estruturais e funcionais críticas para o diagnóstico em estomatologia:

- Fibras A-delta: Resposta Aguda e Transitória

Localizadas na região periférica da polpa, as fibras A-delta estendem-se até os túbulos dentinários. Quando um estímulo (principalmente devido a toxina de bactérias cariogênicas ou alimentos doces) atinge a dentina exposta, essas fibras transmitem rapidamente o sinal doloroso, gerando uma dor aguda e localizada, que cessa imediatamente após a remoção do estímulo. Nesse caso, o diagnóstico provável é de cárie inicial/média (lesão restrita à dentina), onde a dor é pontual e previsível, sem envolvimento pulpar irreversível.

- Fibras C: Dor Persistente e Espontânea

Situadas na porção central da polpa, as fibras C são ativadas quando a lesão cariosa atinge a polpa, liberando mediadores inflamatórios. Essas fibras transmitem dor lenta, difusa e prolongada, mesmo na ausência de estímulos externos, caracterizando a pulpíte irreversível. Esses sintomas indicam maior probabilidade de cárie avançada com inflamação pulpar, manifestando-se como dor espontânea, noturna e de difícil localização, exigindo tratamento endodôntico.

4 Representação do conhecimento adquirido

Nesta secção vamos apresentar uma primeira representação do conhecimento referente às informações obtidas durante todo o processo de aquisição de conhecimento, organizando de uma forma de possíveis regras a serem implementadas no sistema pericial. Neste projeto optamos pela criação de regras baseada em conhecimento especializado, retirado das entrevistas com a perita e da análise dos vídeos ilustrativos sobre a estrutura dentária, tipos de cárie e a evolução da doença periodontal.

O conhecimento foi formalizado sob a forma de regras, no formato SE...ENTÃO, de forma a facilitar o processo de inferência e simulação do raciocínio de um perito.

4.1 Descrição da implementação

A seguir apresenta-se uma representação preliminar das regras e inferências clínicas extraídas da entrevista com a perita, que serão modeladas em um sistema baseado em regras (por exemplo, usando Drools):

- Se não há dor, então diagnosticar como saudável e recomendar limpeza em consultório e manutenção da escovação diária.

Dor na gengiva, sem presença de lesões:

- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e sem tártaro na raiz então diagnosticar com gengivite e proceder à limpeza e aconselhar uma melhoria na escovação.
- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e com acesso ao tártaro na raiz então diagnosticar com doença periodontal e proceder à remoção o cálculo dentário com ultrassom.
- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento, e sem acesso ao tártaro na raiz então diagnosticar e sem reabsorção óssea então diagnosticar com gengivite e proceder à limpeza e aconselhar uma melhoria na escovação.
- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento, e sem acesso ao tártaro na raiz diagnosticar e com reabsorção óssea inferior a um terço na raiz

ou mobilidade avançada então diagnosticar com doença periodontal e proceder à remoção do dente.

- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e sem acesso ao tártaro na raiz então diagnosticar e com reabsorção óssea maior a um terço na raiz ou sem mobilidade então diagnosticar com doença periodontal e proceder a cirurgia periodontal com retalho gengival para remover o cálculo dentário com ultrassom.

Dor na gengiva, com presença de lesões:

- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e não existe edema ou fistula visível ou abscesso no raio-x então o diagnóstico é indefinido e deverá encaminhar o paciente para investigação adicional.
- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e existe abscesso de origem pulpar com cárie avançada então diagnosticar com abscesso pulpar e proceder à remoção do dente.
- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e existe abscesso de origem pulpar sem cárie avançada com abscesso pulpar e proceder ao tratamento de canal.
- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e existe abscesso de origem periodontal, osso inferior a um terço na raiz ou mobilidade avançada então diagnosticar com abscesso periodontal e proceder à remoção do dente.
- Se existe dor na gengiva, está vermelha com sangramento e existe abscesso de origem periodontal, osso superior a um terço na raiz ou sem mobilidade avançada então diagnosticar abscesso periodontal e fazer o tratamento periodontal.

Dor no palato, língua ou assoalho bucal:

- Se dor no palato, língua ou assoalho bucal e existem lesões então diagnosticar com lesão mucosa e proceder ao encaminhamento clínico para especialista.
- Se dor no palato, língua ou assoalho bucal e não existem lesões então o diagnóstico é indefinido e deverá encaminhar o paciente para investigação adicional.

Dor no dente:

- Se existe dor no dente é espontânea então diagnosticar com cárie avançada/necrose e verificar a presença de abscesso periapical e proceder ao tratamento de canal.
- Se existe dor no dente é provocada com cavitação na dentina então diagnosticar com abrasão/erosão ou cárie média e proceder à restauração do dente.
- Se existe dor no dente é provocada com cavitação no esmalte então diagnosticar com cárie rasa com cavitação e proceder à restauração do dente.
- Se existe dor no dente é provocada sem cavitação da dentina ou esmalte e com mancha branca opaca então diagnosticar com cárie rasa sem cavitação e fazer fluoretação.
- Se existe dor no dente é provocada sem cavitação da dentina ou esmalte, sem mancha branca opaca e com mancha branca brilhante então diagnosticar com cárie inativa e encaminhar o paciente para investigação adicional.
- Se existe dor no dente é provocada sem cavitação da dentina ou esmalte, sem mancha branca opaca ou mancha branca brilhante então o diagnóstico é indefinido e deverá encaminhar o paciente para investigação adicional.

Dor na ATM:

- Se existe dor ao abrir e fechar a boca então diagnosticar com disfunção da ATM e proceder ao encaminhamento do paciente para um especialista.
- Se não existe dor ao abrir e fechar a boca e inflamação ligada ao siso então diagnosticar com pericoronarite e proceder ao encaminhamento do paciente para um especialista.
- Se não existe dor ao abrir e fechar a boca nem inflamação ligada ao siso diagnosticar e existe dor de ouvido então diagnosticar com otite e proceder ao encaminhamento do paciente para um especialista.
- Se não existe dor ao abrir e fechar a boca nem inflamação ligada ao siso diagnosticar nem existe dor de ouvido então o diagnóstico é indefinido e deverá encaminhar o paciente para investigação adicional.

5 Restrições no Desenvolvimento do Projeto

Devido à complexidade do domínio clínico, a base de conhecimento foi restringida aos casos relacionados com o diagnóstico de patologias gengivais, nomeadamente abscessos, gengivites e doença periodontal. Na Figura 11, apresentamos o fluxograma com a parte sobre a qual o nosso sistema vai incidir.

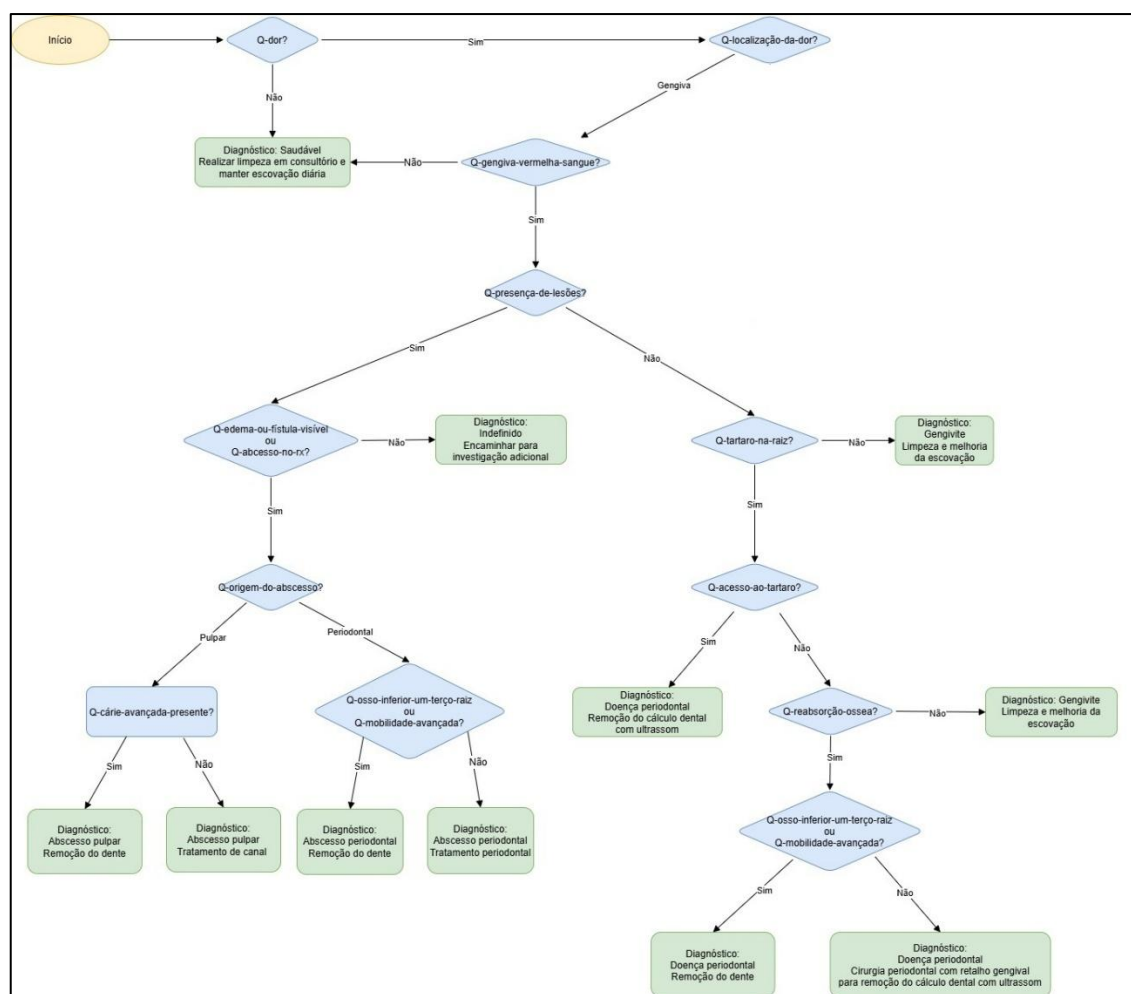


Figura 11 - Fluxograma Gengivas

Seguindo as sugestões de melhoria propostas, e de forma a aprofundar o conhecimento para a construção de uma base de conhecimento sólida, tentamos perceber com a Perita os seguintes pontos:

1. Faz sentido avaliar o nível de dor do paciente? Isso é feito em qual (quais) fases do diagnóstico? Como é feita essa avaliação? Há uma escala de dor avaliada ou é por falas como “muita dor”, “um pouco de dor”.

2. A sensibilidade é considerada como uma classificação de dor ou é algo diferente? Em que fase da avaliação dos problemas na gengiva ela é usada para diagnosticar algo?

3. Se a dor for muito intensa, do tipo insuportável em que o paciente não suporta o toque é feito algum procedimento como tomar antibióticos ou outros?

4. Na análise da gengiva, é avaliado apenas se está vermelho ou o nível de vermelhidão interfere no diagnóstico? Por exemplo, há uma conjunção de sintomas de coloração com nível de dor? Por exemplo:

muito vermelho e muita dor é indicativo de

muito vermelho e pouca dor é indicativo de ...

pouco vermelho e muita dor é indicativo de ...

5. A cor da gengiva é indicativa de presença de abscesso ou doença periodontal? Ou indica a mesma probabilidade de ser qualquer um dos dois?

6. Há outras avaliações (além da procura por lesões) que são feitas na busca de evidências de seguir a investigação de tártaro ou edema?

7. Como é identificada a presença de tártaro dentro da gengiva sem abrir a gengiva para ver? Há alguma evidência como inflamação persistente após primeiro atendimento e remoção da placa, inchaço, coloração, sensibilidade, etc.?

8. Como identificar se o abscesso é de origem pulpar ou periodontal?

9. É feita análise do nível de reabsorção óssea? Como é feita a análise (ex: RX, dente com muita mobilidade, etc.)? Nesse caso poderia ser feita uma escala de reabsorção como: inicial, media, muita, extrema?

Com base nas informações fornecidas pela perita, é possível responder às perguntas formuladas de maneira técnica e integrada, respeitando os critérios clínicos utilizados no diagnóstico em Estomatologia, especialmente no contexto das doenças periodontais e processos infecciosos orais. A seguir, apresenta-se uma síntese estruturada das respostas incorporando os principais pontos clínicos destacados:

A avaliação da dor tem um papel limitado no diagnóstico de doenças periodontais, como a gengivite ou perda óssea. Nesses casos, a dor geralmente é ausente ou de baixa intensidade,

não sendo, portanto, um critério confiável para determinar o estágio da doença. A dor intensa, por outro lado, é um indicativo importante na diferenciação entre abscessos periodontais e periapicais (de origem pulpar). Nestes quadros, o paciente frequentemente relata dor localizada e aguda. No abscesso periapical, a dor tende a ser mais intensa devido à pressão interna e à formação de gases na região do osso, causando latejamento. A percussão no dente (bater com o cabo do espelho na coroa) resulta em dor extrema. Já no abscesso periodontal, a dor é mais moderada, pois o pus tem via de saída pelo sulco gengival, podendo ser visível ao pressionar a gengiva.

Em relação à cor e ao aspeto da gengiva, tons de vermelho ou o grau de vermelhidão não são, por si só, indicadores confiáveis de gravidade da doença periodontal. O diagnóstico clínico requer uma análise mais abrangente, que inclua sinais como sangramento ao toque, presença de edema e perda da textura natural da gengiva saudável (aspeto de “casca de laranja” que se torna liso e brilhante com a inflamação). Portanto, combinações como “muito vermelho com muita dor” ou “pouco vermelho com pouca dor” não são determinantes isoladamente e devem ser contextualizadas com outros sinais clínicos.

A identificação de doença periodontal ou gengivite depende da análise da profundidade da bolsa periodontal. Esta é mensurada por meio do uso da sonda periodontal, inserida suavemente entre o dente e a gengiva. A presença de uma bolsa profunda é indicativa de perda de inserção periodontal (caso de periodontite). A confirmação pode ser complementada com radiografia, que mostra a perda óssea característica.

Quanto à detecção de tártaro subgengival, esta é feita inicialmente com o exame clínico usando a sonda periodontal. Se, após a remoção do tártaro supragengival, persistirem sinais como o aumento da profundidade do sulco gengival em consultas de acompanhamento, isso pode indicar tártaro interno. Radiografias também auxiliam na detecção de cálculo subgengival, especialmente se houver inflamação persistente e alteração na arquitetura óssea.

A distinção entre abscesso periodontal e abscesso periapical é feita com base em características clínicas e radiográficas. O abscesso periapical afeta o ápice do dente, com lesões bem delimitadas e circulares visíveis no RX. Já o abscesso periodontal apresenta uma imagem mais difusa, envolvendo grande parte da raiz. A presença de fístula, dor latejante e reação exacerbada à percussão são mais comuns no abscesso de origem pulpar.

Finalmente, a avaliação da reabsorção óssea é essencial para o diagnóstico e acompanhamento da doença periodontal avançada. Esta é feita preferencialmente por meio

de exames radiográficos, mas pode também ser suspeitada clinicamente através da mobilidade dental acentuada. Uma classificação da reabsorção óssea em estágios (inicial, média, acentuada, severa/extrema) é viável e pode ser útil para estruturar melhor a base de conhecimento em sistemas periciais.

6 Principais Aspetos Caracterizadores do Trabalho

O trabalho consistiu no desenvolvimento de um sistema de apoio ao diagnóstico em estomatologia, baseado em regras de conhecimento e raciocínio com incerteza. A implementação técnica envolveu a criação de um motor de inferência usando a biblioteca Drools, com codificação das regras clínicas no formato .drl.

A Figura 12 ilustra a lógica implementada que se inicia com a observação de sintomas, passa pela aplicação das regras e finaliza com a exibição dos possíveis diagnósticos e seus respectivos graus de certeza.

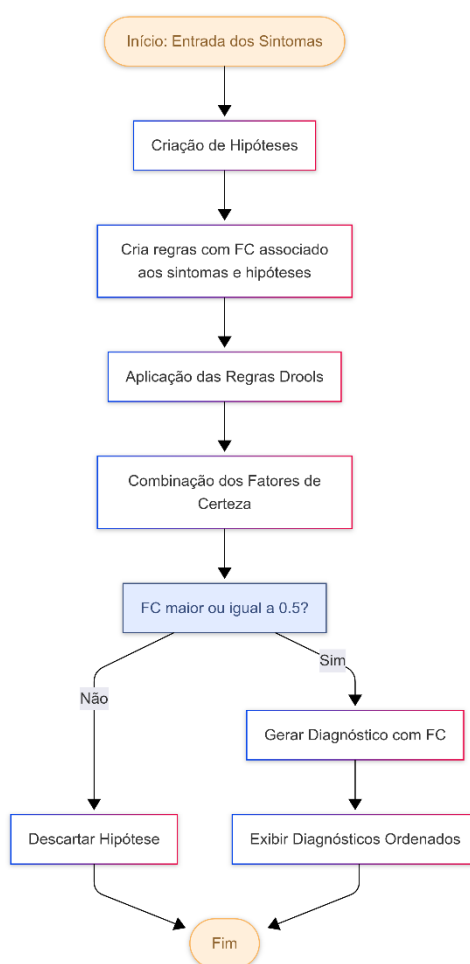


Figura 12 - Fluxograma lógico da solução

A arquitetura do sistema é composta por diversas classes inter-relacionadas, cada uma desempenhando um papel específico no fluxo de entrada, processamento e saída de informações. A implementação pode ser visualizada através do diagrama UML da Figura 13 que é composto pelos principais elementos e relações do sistema:

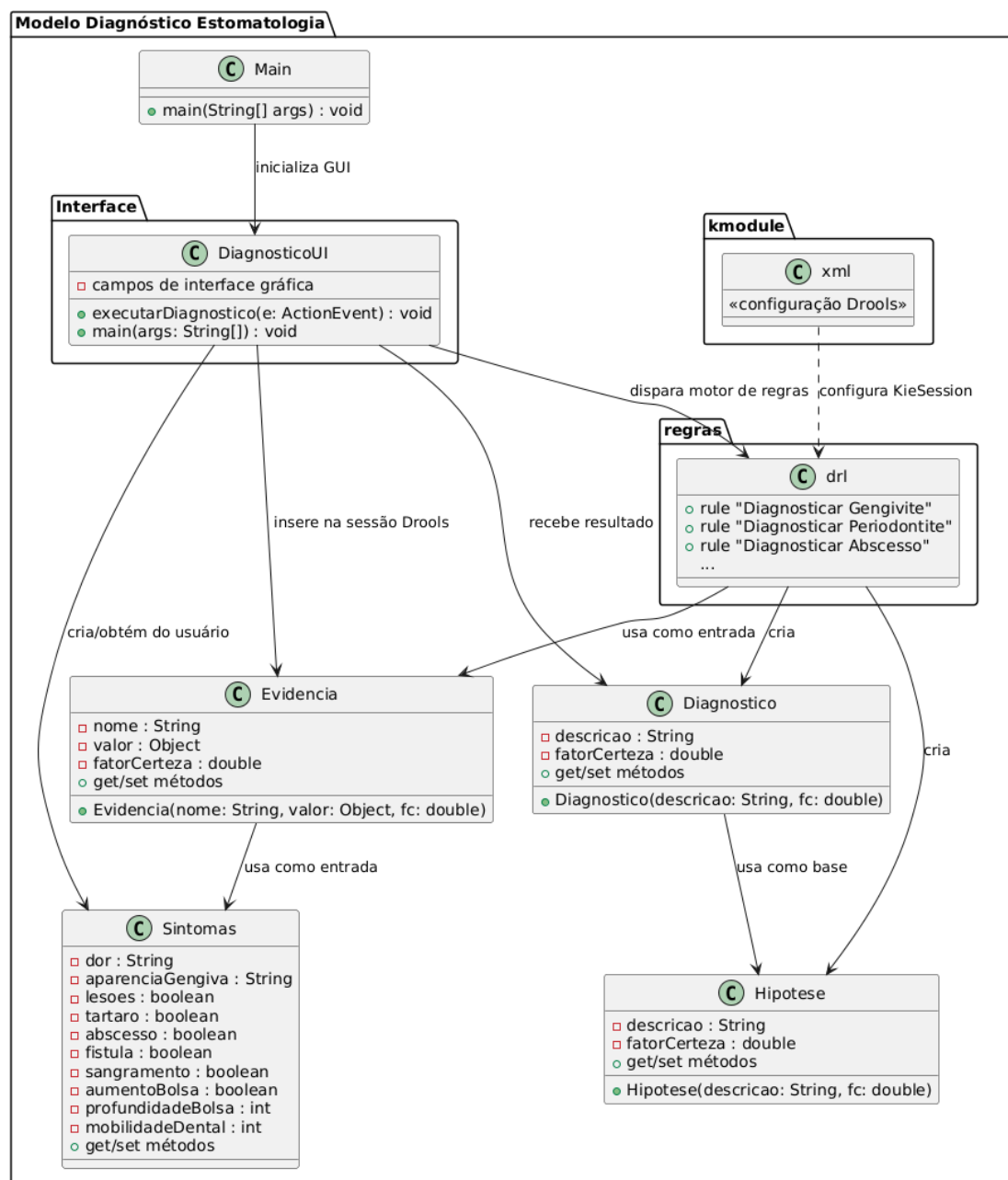


Figura 13 - Diagrama UML do sistema de diagnóstico de estomatologia

A arquitetura do sistema é composta por diversas classes inter-relacionadas, cada uma desempenhando um papel específico no fluxo de entrada, processamento e saída de informações.

6.1 Entrada de Dados com DiagnosticoUI

A interface gráfica do sistema, representada pela classe DiagnosticoUI, é o ponto de entrada onde o usuário (geralmente um profissional/estudante da saúde) insere os dados clínicos observados. Esses dados incluem sintomas como dor, sangramento, presença de tártaro, profundidade da bolsa gengival, mobilidade dental, entre outros.

A interface (Figura 14) possui campos interativos como caixas de seleção, campos numéricos e botões, permitindo a coleta estruturada das informações necessárias para a análise.

Sistema de Diagnóstico em Estomatologia

Dor: sem dor

Aparência Gengiva: casca de laranja

Profundidade da bolsa (mm): 0

Mobilidade dental: 0

☐ Lesões?

☐ Tártaro?

☐ Abscesso?

☐ Fístula?

☐ Sangramento?

☐ Aumento da bolsa?

Diagnosticar

Figura 14 - Interface gráfica do sistema de diagnóstico em estomatologia

6.2 Modelagem dos sintomas

O sistema baseia-se na entrada de sintomas clínicos, inseridos pelo utilizador (ou adquiridos por sensores/observações), os quais são transformados em objetos da classe Sintomas. Esses sintomas incluem:

- **dor:** intensidade da dor (ex: "leve", "intensa")

- **aparênciaGengiva**: aparência da gengiva (ex: "edemaciada", "lisa e brilhante")
- **profundidadeBolsa**: profundidade em milímetros das bolsas periodontais (0 a 7)
- **mobilidadeDental**: mobilidade dos dentes (0 a 3)
- **lesoes**: presença de lesões (booleano)
- **fistula**: presença de fístula (booleano)
- **tartaro**: presença de tártaro (booleano)
- **abscesso**: presença de abscesso (booleano)
- **sangramento**: sangramento gengival (booleano)
- **aumentoBolsa**: aumento da profundidade da bolsa (booleano)

Cada um desses sintomas pode ser convertido em uma ou mais evidências clínicas com um fator de certeza associado.

6.3 Conversão dos Sintomas em Evidências

A interface cria instâncias da classe Evidencia em que cada um desses objetos representa um sintoma individualmente relevante, como por exemplo: "sangramento = true" ou "profundidadeBolsa = alta". As evidências são estruturadas com nome, valor e um fator de certeza. Com base nos sintomas inseridos pelo usuário, essas evidências são inseridas na sessão do Drools com o valor do fator de certeza relativo à hipótese avaliada e funcionam como gatilhos para as regras definidas no sistema.

6.4 Hipóteses e Diagnósticos

As hipóteses diagnósticas são geradas como instâncias da classe Hipotese dentro do regras.drl e as hipóteses possíveis que serão avaliadas são:

- Abscesso Pulpar
- Abscesso Periodontal
- Gengivite
- Doença Periodontal Estágio 1
- Doença Periodontal Estágio 2
- Doença Periodontal Estágio 3
- Doença Periodontal Estágio 4
- Gengiva Saudável

Cada hipótese corresponde a uma regra do tipo:

```
rule "Criar hipótese - Abscesso Pulpar"
when
  $s : Sintomas()
then
  insert(new Hipotese("Abscesso Pulpar"));
end
```

Essa abordagem permite que o sistema considere todas as hipóteses, e então as descarte ou reforce com base nas evidências fornecidas.

Uma vez que o grau de certeza das hipóteses são gerados com base nas evidências, as regras associadas às evidências atualizam o fator de certeza combinado considerando todos os FCs acumulados para cada hipótese. Isso é feito por meio de regras que associam descrições e níveis de certeza (fatorCerteza) suficientes para confirmar a hipótese como diagnóstico final.

6.5 Estrutura das Regras e Fatores de Certeza

As regras de associação entre evidência clínica e hipótese são definidas no ficheiro regras.drl. Cada regra utiliza os atributos das evidências para incrementar o fator de certeza (FC) da hipótese. Por exemplo:

```
rule "Abscesso Pulpar - dor intensa"
when
  $h : Hipotese(nome == "Abscesso Pulpar")
  Evidencia(tipo == "dor", valor == "intensa")
then
  $h.atualizarFC(0.95);
end
```

Este exemplo mostra que, se for observada uma dor intensa, e se a hipótese for "Abscesso Pulpar", então o seu FC será incrementado em 0.95. Os valores de FC são definidos com base no grau de relevância da evidência para a hipótese clínica.

Isso indica que uma profundidade de bolsa gengival maior ou igual a 4 mm é fortemente indicativa de doença periodontal em estágio avançado.

A combinação dos fatores é feita com base no modelo de MYCIN:

```
public double getFCCombinado() {  
    if (fatores.isEmpty()) return 0.0;  
    double resultado = fatores.get(0);  
    for (int i = 1; i < fatores.size(); i++) {  
        resultado = resultado + fatores.get(i) * (1 - resultado);  
    }  
    return resultado;  
}
```

Este algoritmo permite acumular a evidência de forma ponderada, assegurando que evidências múltiplas aumentem progressivamente a confiança, mas sem ultrapassar o limite de 1.0.

A Tabela 1 apresenta os valores dos fatores de certeza definidos de acordo com a relevância de cada sintoma para inferir cada uma das possíveis doenças.

Tabela 1 - Fatores de certeza associados

Sintoma/ Hipotese	Saudável	Gengivite	Doença Periodontal 1	Doença Periodontal 2	Doença Periodontal 3	Doença Periodontal 4	Abcesso Periodontal	Abcesso Pulpar
Dor leve	-0,5	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0,5	-0,5
Dor intensa	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,8
Aparência Casca de laranja	0,8	0	0	0	0	0	0	0
Aparência Lisa e brilhante	-0,8	0,8	0	0	0	0	0	0
Aparência edemaciada	-0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1
Profundidade < 4 mm	0,2	0	0,4	0,1	-0,5	-0,5	0	0
Profundidade ≥ 4 mm	-0,8	0	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0
Mobilidade ≤ 1	0,8	0,5	0,2	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3
Mobilidade > 1	-0,8	-0,5	-0,1	0,2	0,7	0,8	0,5	0,2
Lesões visíveis	-0,8	0	0	0	0	0	0,5	0,5
Tártaro	-0,1	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0
Abscesso	-0,5	0	0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7
Fístula	-0,8	0	0	0	0	0	-0,8	0,8
Sangramento	-0,5	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0
Aumento da bolsa	-0,8	0	0,3	0,7	0,8	0,8	0,5	0

6.6 Geração do Diagnóstico

Uma regra especial no `regras.drl` é responsável por gerar o diagnóstico final:

```
rule "Gerar Diagnóstico se FC > 0.5"
when
    $h : Hipotese()
    eval($h.getFCCombinado() > 0.5)
then
    insert(new Diagnostico($h.getNome(), $h.getFCCombinado()));
end
```

Enfim, a classe “Diagnostico” representa a conclusão do raciocínio clínico automatizado e é o produto final que será exibido ao usuário.

Apenas hipóteses com um fator de certeza combinado superior a 0.5 são consideradas para diagnóstico. Isso evita diagnósticos com evidência fraca ou conflitante.

6.7 Exemplo de Execução

Se o utilizador fornecer os seguintes sintomas:

- `sintomas.setDor("intensa");`
- `sintomas.setAparenciaGengiva("edemaciada");`
- `sintomas.setFistula(true);`
- `sintomas.setMobilidadeDental(2);`

O motor Drools avaliará todas as hipóteses. Para "Abscesso Pulpar", várias regras serão disparadas:

- Dor intensa → FC += 0.95
- Gengiva edemaciada → FC += 0.1
- Fístula presente → FC += 0.9
- Mobilidade > 1 → FC += 0.2

Esses fatores são combinados para gerar um Diagnostico com FC combinado superior a 0.95, indicando alta confiança nesse diagnóstico.

Nas próximas figuras serão apresentados vários exemplos ilustrativos da execução do sistema. O objetivo é demonstrar a interação do utilizador com a interface gráfica, bem como os diferentes resultados de diagnóstico gerados com base nos sintomas selecionados.

Cada figura representa uma simulação distinta, onde são introduzidos diferentes conjuntos de sintomas. Com base nesses dados, o sistema aplica as regras definidas no motor de inferência para calcular os fatores de certeza (FC) associados a cada hipótese diagnóstica. O sistema apresentará então, os diagnósticos mais prováveis por ordem decrescente de FC.

Estes exemplos permitem verificar a adequação do raciocínio clínico automatizado, assim como a sensibilidade do sistema face a alterações nos sintomas fornecidos.

Na Figura 15, é apresentado um exemplo de diagnóstico com sintomas indicativos de Gengiva Saudável. Aqui foram selecionados sintomas como “sem dor” e aparência da gengiva “casca de laranja” que são um forte indicativo de gengiva saudável. Neste caso o sistema gerou o diagnóstico mais provável “Gengiva Saudável”.

Sistema de Diagnóstico em Estomatologia

Dor: sem dor

Aparência Gengiva: casca de laranja

Profundidade da bolsa (mm): 0

Mobilidade dental: 0

☐ Lesões?

☐ Tártaro?

☐ Abscesso?

☐ Fistula?

☐ Sangramento?

☐ Aumento da bolsa?

Diagnosticar

Diagnóstico: Gengiva Saudável (FC: 0,99)

Figura 15 - Diagnóstico de Gengiva Saudável

Na Figura 16, já são apresentados sintomas de dor leve, com presença de tártaro e a gengiva já não apresenta um aspeto casca de laranja, como tal o diagnóstico sugerido em primeiro é de uma possível Gengivite.

Sistema de Diagnóstico em Estomatologia

Dor: leve

Aparência Gengiva: lisa e brilhante

Profundidade da bolsa (mm): 0

Mobilidade dental: 0

☐ Lesões?

☒ Tártaro?

☐ Abscesso?

☐ Fístula?

☐ Sangramento?

☐ Aumento da bolsa?

Diagnosticar

Diagnóstico: Gengivite (FC: 0,98)
Diagnóstico: Abscesso Periodontal (FC: 0,93)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 1 (FC: 0,90)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 2 (FC: 0,85)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 4 (FC: 0,57)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 3 (FC: 0,52)

Figura 16 - Diagnóstico de Gengivite

Na Figura 17, é apresentado sintomas de dor intensa e presença de fistula, um forte indicativo de presença de abscesso pulpar.

Sistema de Diagnóstico em Estomatologia

Dor: intensa

Aparência Gengiva: lisa e brilhante

Profundidade da bolsa (mm): 0

Mobilidade dental: 0

☐ Lesões?

☐ Tártaro?

☐ Abscesso?

☒ Fistula?

☐ Sangramento?

☐ Aumento da bolsa?

Diagnosticar

Diagnóstico: Abscesso Pulpar (FC: 0,97)

Diagnóstico: Gengivite (FC: 0,71)

Figura 17 - Diagnóstico Abscesso Pulpar

No próximo exemplo, na Figura 18, já temos presentes sintomas de mobilidade dentária, assim como um aumento da profundidade de bolsa, bem como presença de tártaro, sangramento e gengiva “edemaciada”, um forte indicativo da presença de doença periodontal.

Sistema de Diagnóstico em Estomatologia

Dor: leve

Aparência Gengiva: edemaciada

Profundidade da bolsa (mm): 4

Mobilidade dental: 1

☐ Lesões?

☒ Tártaro?

☐ Abscesso?

☐ Fístula?

☒ Sangramento?

☐ Aumento da bolsa?

Diagnosticar

Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 1 (FC: 0,98)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 2 (FC: 0,98)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 3 (FC: 0,98)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 4 (FC: 0,98)
Diagnóstico: Gengivite (FC: 0,97)
Diagnóstico: Abscesso Periodontal (FC: 0,91)

Figura 18 - Diagnóstico de Doença Periodontal

Na Figura 19, é representado um diagnóstico provável de Abscesso Periodontal, onde sintomas como Lesão, Abscesso, Aumento da Bolsa e dor intensa estão presentes, sendo um forte indicativo desse tipo de diagnóstico.

Sistema de Diagnóstico em Estomatologia

Dor: intensa

Aparência Gingiva: lisa e brilhante

Profundidade da bolsa (mm): 3

Mobilidade dental: 1

☒ Lesões?

☐ Tártaro?

☒ Abscesso?

☐ Fístula?

☐ Sangramento?

☒ Aumento da bolsa?

Diagnosticar

Diagnóstico: Abscesso Periodontal (FC: 0,99)
Diagnóstico: Abscesso Pulpar (FC: 0,98)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 4 (FC: 0,91)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 3 (FC: 0,83)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 2 (FC: 0,82)
Diagnóstico: Gingivite (FC: 0,71)
Diagnóstico: Doença Periodontal Estágio 1 (FC: 0,58)

Figura 19 - Abscesso Periodontal

7 Adequação ao Meio Envolvente

A integração de um sistema de diagnóstico de estomatologia, desenvolvido com base na abordagem de sistemas baseados em conhecimento, mostra-se bastante adequada ao contexto acadêmico e clínico. Em ambientes de ensino, o uso de uma ferramenta pericial permite aos estudantes aplicarem conhecimentos teóricos em situações práticas simuladas, contribuindo para uma aprendizagem mais efetiva. O sistema favorece a análise de casos clínicos de forma estruturada e estimula a construção do raciocínio diagnóstico, apoiando o desenvolvimento de competências essenciais para a prática profissional em saúde oral.

Do ponto de vista da engenharia informática, o sistema destaca-se por sua estrutura orientada a objetos e pelo uso de um motor de regras como o Drools, que permite representar o raciocínio clínico de forma clara e automatizada. A definição de regras formais facilita a criação de caminhos decisórios baseados em evidências e sintomas, tornando o processo de inferência mais transparente e compreensível. Além disso, a forma como o sistema foi construído favorece a flexibilidade e a manutenção, permitindo que novos sintomas, hipóteses e diagnósticos sejam incorporados sem grandes alterações na estrutura existente. O uso de diagramas UML contribui para uma visualização clara da organização interna do sistema e apoia a documentação técnica e pedagógica do projeto, facilitando sua compreensão por profissionais e estudantes de diferentes áreas.

Por fim, a utilidade do sistema vai além do meio acadêmico, podendo também ser aplicada em contextos clínicos, especialmente em situações de alta demanda ou limitação de recursos humanos especializados. A ferramenta pode atuar como apoio à tomada de decisão, fornecendo sugestões diagnósticas baseadas em dados objetivos e regras previamente definidas. Além disso, a possibilidade de testar diferentes combinações de sintomas e observar os diagnósticos sugeridos promove maior confiança por parte dos estudantes e profissionais em formação, preparando-os para a prática clínica real. Assim, o sistema contribui para a melhoria tanto da formação acadêmica quanto da qualidade da assistência em saúde oral.

8 Conclusões e Possibilidades de Desenvolvimento Futuro.

O presente trabalho teve como principal objetivo a construção de uma base de conhecimento na área de diagnóstico de Estomatologia, com foco na simulação de raciocínio clínico de uma perita em Medicina Dentária, especialista em Endodontia e Saúde Pública, por meio de um sistema pericial baseado em regras. Para alcançar este objetivo, foram realizadas entrevistas, análise de alguns vídeos ilustrativos fornecidos pela perita bem como análise de literatura relacionada com a área.

Ao longo do processo, foi possível identificar, estruturar e representar logicamente os principais sintomas, sinais clínicos e critérios de decisão relacionados a patologias orais comuns, com ênfase em doenças como cáries e periodontite. As informações recolhidas foram formalizadas em regras do **SE...ENTÃO**, permitindo a construção de um modelo inicial de inferência. Adicionalmente, o uso do fluxograma da base do conhecimento e do diagrama UML contribuiu para a sistematização do conhecimento clínico, proporcionando uma visualização clara dos componentes e interações envolvidos no processo diagnóstico e também no processo de implementação do sistema.

8.1 Limitações e trabalho futuro

Este estudo demonstrou a viabilidade de representar formalmente o raciocínio clínico de especialistas na área odontológica por meio de sistemas baseados em conhecimento. A base de regras construída, ainda que inicial, representa um ponto de partida sólido para o desenvolvimento de protótipos mais robustos, com aplicabilidade tanto em ambientes acadêmicos quanto em contextos clínicos de apoio à decisão.

Contudo, o sistema atual é limitado em termos de cobertura sintomática e abrangência diagnóstica. Um caminho natural para trabalhos futuros inclui a ampliação da base de conhecimento para incorporar outras condições clínicas relevantes, como disfunções da articulação temporomandibular (ATM) e estágios diferenciados de cárie dentária. Tais melhorias visam aumentar a precisão dos diagnósticos simulados e aproximar ainda mais o sistema da complexidade dos casos reais encontrados na prática clínica.

8.2 Conclusão Técnica

A arquitetura do sistema foi concebida com foco em extensibilidade, clareza e manutenção facilitada. A separação entre o conhecimento clínico (ficheiro .drl), os dados de entrada (classe Sintomas) e o mecanismo de inferência (baseado em Drools e fatores de certeza) garante uma estrutura modular e reutilizável. A adoção da abordagem baseada em fatores de certeza permite lidar com a incerteza inerente aos ambientes clínicos, oferecendo respostas mais realistas e alinhadas ao comportamento de um especialista humano. Esse modelo favorece tanto o uso acadêmico – como ferramenta de apoio ao ensino – quanto futuras aplicações profissionais voltadas à triagem e suporte ao diagnóstico em saúde oral.

Referências

1. Colgate. (s.d.). *Abfraction lesion: Causes and treatment*. Colgate. <https://www.colgate.com.br/oral-health/threats-to-dental-health/abfraction-lesion-causes-and-treatment>
2. Entrevista com especialista em endodontia. (2025). Comunicação pessoal.
3. Nagpal, D., Lai, H., Prasad Gibson, M., Zeinabadi, M. S., & Kornerup, I. M. (2024). Knowledge, confidence and clinical reasoning of dental students for diagnosing pediatric periodontal diseases. *Global Pediatrics*, 9, 100229. <https://doi.org/10.1016/j.gped.2024.100229>
4. Regatão, M. C. (2010). *Estudo topográfico da dor de origem dentária*.
5. Serviço Nacional de Saúde. (2017). *Reorganização da resposta hospitalar em estomatologia para cuidados primários*. <https://www.sns.gov.pt/wp-content/uploads/2017/03/RRH-Estomatologia-Para-CP-1.pdf>

Anexo A Terminologia Específica

Assoalho bucal – debaixo da língua

Abscesso - Acúmulo de pus causado por infecção bacteriana. Pode ser periodontal (gengiva) ou pulpar (polpa do dente).

Abfração - Lesão não relacionada à cárie, provocada por forças mecânicas concentradas nos dentes, como o bruxismo, levando à perda de estrutura dentária junto à linha da gengiva.

Abrasão Dentária - Desgaste da superfície dental causado por ação mecânica externa, como escovação agressiva ou uso de escovas inadequadas.

ATM - Articulação Temporomandibular. Envolve movimentos da mandíbula. Pode causar dor semelhante à dor dentária.

Biofilme - Película formada por bactérias, saliva, restos alimentares e outros microrganismos. Quando não removido, pode evoluir para tártaro.

Bruxismo - Hábito involuntário de ranger ou apertar os dentes, geralmente associado ao stress ou a fatores neuromusculares.

Cárie – processo patológico infeccioso que resulta na desmineralização do esmalte dentário.

Cavitação - Formação de cavidade no dente devido à cárie.

Cimento - Tecido que recobre a raiz do dente.

Coroa - Parte visível do dente, coberta por esmalte.

Dentina – tecido interno do dente localizado abaixo do esmalte.

Doença Periodontal - Condição inflamatória que afeta os tecidos de suporte do dente (gengiva, osso alveolar, ligamentos periodontais), podendo levar à perda dentária.

Dor Espontânea – Uma dor que surge sem estímulos

Endodontia – ramo da odontologia responsável pelo tratamento da polpa dentária e dos tecidos periapicais.

Esmalte - Tecido mais externo e duro do dente.

Ferida (Úlcera) - Quebra do tecido superficial da mucosa oral. Muitas vezes dolorosa.

Fístula – trajeto formado pela eliminação de pus de um abscesso dentário.

Gengivite – inflamação da gengiva geralmente causada por má higiene oral.

Lesão - Alteração patológica de um tecido, podendo ser um nódulo, placa ou tumor.

Mucosa jugal – bochecha

Palato duro – céu da boca

Palato mole – garganta, amígdala

Polpa - Parte interna do dente, composta por nervos e vasos sanguíneos. Inflamações ou infecções nessa zona requerem tratamento endodôntico.

Pulpite – inflamação da polpa dentária que pode exigir tratamento de canal.

Radiografia Interproximal - Tipo de raio-X usado para visualizar lesões entre os dentes.

Raiz - Parte do dente inserida no osso, revestida por cimento.

Recessão Gengival - Diminuição da gengiva, expondo a raiz do dente e podendo levar à sensibilidade dentária.

Retalho Gengival - Técnica cirúrgica para acessar tártaro profundo.

Tártaro (Cálculo) - Placa bacteriana endurecida por minerais da saliva. Não pode ser removido com escovação comum.

Tratamento de Canal – Processo de remoção da polpa dentária, também designado de desvitalização.