**ETEC FERNANDO PRESTES – EXTENSÃO AMS FATEC**

**ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**JÚLIA ARAÚJO BERNARDES**

**LANA MARTINS MORII**

**VICTOR HUGO**

**SOROCABA**

**2025**

**1 INTRODUÇÃO**

No contexto atual de crescente digitalização e demanda por soluções tecnológicas eficazes no setor da saúde, este projeto tem como objetivo desenvolver uma plataforma web interativa, construída com a biblioteca ReactJS, voltada para a simulação de órgãos humanos a partir de dados clínicos individuais dos pacientes, utilizando a tecnologia de Digital Twin. A iniciativa busca aproximar a inovação tecnológica da realidade da saúde pública e privada, promovendo uma medicina mais acessível, personalizada e preventiva.

A plataforma permitirá que os usuários — pacientes — realizem o cadastro no sistema e insiram informações relevantes sobre sua condição de saúde, como peso, altura, doenças crônicas (ex.: diabetes, asma, hipertensão), níveis de glicemia e pressão arterial, além de sintomas e percepções subjetivas, como fadiga ou desconfortos pontuais. A partir desses dados, o sistema gerará uma simulação visual tridimensional de um órgão humano — inicialmente, o fígado — destacando, de maneira intuitiva, as áreas afetadas pelas condições informadas.

Além da visualização gráfica, será disponibilizada uma descrição interpretativa acessível, explicando o que está ocorrendo com o órgão digital e proporcionando ao paciente maior compreensão sobre sua saúde.

Paralelamente, em uma área restrita e separada, exclusiva para profissionais da saúde, o sistema disponibilizará os dados clínicos e a simulação completa do paciente. Dessa forma, médicos poderão acompanhar o quadro clínico de seus pacientes de forma contínua, mesmo à distância, viabilizando acompanhamentos semanais, mensais ou conforme a necessidade de cada caso. Essa funcionalidade visa reduzir a necessidade de deslocamentos frequentes aos hospitais, especialmente para pessoas que vivem em regiões remotas, com dificuldades de mobilidade ou com limitações físicas severas.

A longo prazo, o projeto prevê a integração com dispositivos da Internet das Coisas (IoT), como oxímetros, glicosímetros e medidores de pressão conectados ao sistema, a fim de automatizar a coleta de dados e garantir atualizações em tempo real do modelo digital. Com isso, amplia-se ainda mais a precisão do acompanhamento médico remoto, tornando o uso do Digital Twin ainda mais robusto e eficiente.

**2 FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA: DIGITAL TWIN NA SAÚDE**

A tecnologia Digital Twin (DT), ou gêmeo digital, consiste em um modelo digital dinâmico que reflete com alta precisão o comportamento, o estado e as transformações de um sistema físico real, com o qual mantém conexão contínua por meio de dados em tempo real. Inicialmente concebido no setor aeroespacial, o conceito evoluiu e tem sido amplamente adotado em áreas como a manufatura, engenharia e, mais recentemente, na medicina — onde sua aplicação se mostra promissora para a personalização do cuidado e a otimização dos processos clínicos.

No contexto da saúde, um Digital Twin pode representar desde órgãos isolados até sistemas fisiológicos completos, ou até mesmo o corpo humano como um todo. Essa representação digital é alimentada por dados clínicos, laboratoriais e ambientais do paciente, integrando informações históricas, em tempo real e preditivas. Por meio de algoritmos de aprendizado de máquina, técnicas de modelagem computacional tridimensional e sensores interconectados via Internet das Coisas (IoT), os modelos tornam-se capazes de simular a progressão de doenças, avaliar respostas a terapias e prever desfechos clínicos com elevado grau de confiabilidade.

A principal vantagem do Digital Twin aplicado à medicina está na possibilidade de simulações personalizadas. Em vez de basear diagnósticos e tratamentos apenas em médias populacionais, o DT permite ensaiar virtualmente intervenções em um modelo que reflete fielmente o estado atual do paciente, considerando suas particularidades fisiológicas, hábitos e comorbidades. Isso viabiliza um paradigma de medicina preditiva e personalizada, em que decisões clínicas podem ser tomadas com maior precisão e menor risco.

Além disso, a integração com dispositivos de monitoramento contínuo — como oxímetros, glicosímetros digitais e esfigmomanômetros conectados — fortalece o papel do DT como ferramenta de apoio à telemedicina. Essa integração permite intervenções remotas, acompanhamento em tempo real e geração de alertas automatizados para profissionais de saúde. Em conjunto, essas funcionalidades ampliam o acesso a cuidados médicos de qualidade, especialmente em regiões remotas ou para populações com dificuldades de mobilidade.

Sob o ponto de vista técnico, a construção de um Digital Twin eficaz para aplicações médicas exige a convergência de múltiplas áreas do conhecimento, incluindo engenharia biomédica, ciência de dados, modelagem computacional, ciência dos materiais e design de interfaces, além do respaldo ético e jurídico necessário para o uso seguro e responsável dos dados sensíveis dos pacientes.

Dessa forma, a adoção de gêmeos digitais na saúde representa um avanço disruptivo, com potencial para reconfigurar práticas clínicas tradicionais e fomentar uma abordagem mais preventiva, personalizada e centrada no paciente. Ao democratizar o acesso à medicina de precisão e integrar a tecnologia ao cuidado contínuo, os Digital Twins se consolidam como um importante aliado na construção do futuro da saúde.

**3 IMPACTO SOCIAL**

A proposta de utilizar a tecnologia de Digital Twin aplicada à simulação de órgãos humanos representa um marco significativo na democratização do acesso à saúde de qualidade. Em um cenário onde ainda há grandes desigualdades no atendimento médico, sobretudo para populações que vivem em regiões remotas, periféricas ou que enfrentam limitações físicas e financeiras, esta plataforma surge como uma alternativa viável, acessível e inclusiva.

Ao permitir que pacientes registrem seus dados de forma simples e recebam, em troca, um acompanhamento contínuo e personalizado por parte de seus médicos — mesmo à distância —, o sistema contribui para a redução da dependência de consultas presenciais frequentes, desafogando o sistema de saúde e diminuindo os custos com deslocamento, internações desnecessárias e exames preventivos que poderiam ser evitados com monitoramento adequado.

A simulação tridimensional e interpretativa dos órgãos proporciona, ainda, um ganho educacional e emocional ao paciente, promovendo a conscientização sobre sua própria saúde e incentivando a adesão ao tratamento de forma mais engajada. O entendimento visual do que ocorre dentro do próprio corpo transforma o paciente em agente ativo de sua jornada de cuidados.

Além disso, a plataforma reforça o papel da telemedicina como ferramenta de equidade social, ao integrar tecnologias emergentes de forma ética e orientada ao bem comum. O impacto se estende a profissionais da saúde, que passam a contar com dados mais completos e atualizados para a tomada de decisões, mesmo em ambientes com infraestrutura limitada.

Por fim, ao fomentar o uso responsável de dados clínicos, aliado à previsão de integração com dispositivos inteligentes (IoT), o projeto reforça a importância da transformação digital humanizada na saúde. Ele contribui para um ecossistema mais sustentável, onde inovação e empatia caminham juntas na construção de um futuro mais justo e saudável para todos.

**4 FUNCIONALIDADE DO SITE**

A plataforma web desenvolvida com ReactJS será estruturada de maneira intuitiva, responsiva e acessível, visando atender tanto pacientes quanto profissionais da saúde. Suas funcionalidades foram pensadas para oferecer uma experiência fluida, clara e eficiente, distribuídas em áreas específicas para cada tipo de usuário. As principais funcionalidades contempladas são:

**4.1 PÁGINA INICIAL**

A primeira interface visível aos visitantes trará uma explicação clara sobre o propósito do projeto, a tecnologia de Digital Twin e os benefícios sociais e médicos da plataforma. Este espaço terá um apelo educativo e informativo, com textos objetivos e linguagem acessível.

**4.2 ÁREA DE CADASTRO E LOGIN DE USUÁRIOS (PACIENTES E MÉDICOS)**

O sistema permitirá o registro seguro de pacientes e profissionais da saúde. Haverá distinção de perfis, com autenticação apropriada para cada tipo de usuário. Médicos terão acesso a funcionalidades específicas mediante verificação, enquanto pacientes poderão acessar apenas seus próprios dados e simulações.

**4.3 FORMULÁRIO DE INSERÇÃO DE DADOS PELO PACIENTE**

Após o login, o paciente poderá inserir informações relevantes como peso, altura, glicemia, pressão arterial, doenças crônicas (ex: diabetes, asma, hipertensão), uso de medicamentos e sintomas atuais (como fadiga, dor ou mal-estar). Esses dados serão armazenados de forma segura e tratados com base na LGPD.

**4.4 SIMULAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO ÓRGÃO (FÍGADO) COM BASE NOS DADOS INSERIDOS**

A partir das informações fornecidas pelo paciente, o sistema exibirá uma representação visual 3D interativa do fígado. Áreas comprometidas ou afetadas pelas condições clínicas serão destacadas, auxiliando na compreensão da saúde do órgão.

**4.5 DESCRIÇÃO INTERPRETATIVA ACESSÍVEL PARA O PACIENTE**

Junto à simulação gráfica, será apresentada uma explicação textual clara e objetiva, descrevendo o que está acontecendo com o órgão virtual, de forma que o paciente compreenda os possíveis efeitos de suas condições atuais.

**4.6 PAINEL EXCLUSIVO PARA MÉDICOS COM ACESSO ÀS INFORMAÇÕES DOS PACIENTES**

Profissionais da saúde cadastrados terão acesso a um painel clínico personalizado, contendo o histórico dos dados inseridos por seus pacientes, as simulações 3D associadas e relatórios automatizados que auxiliam na análise e tomada de decisão médica.

**4.7 REGISTRO E HISTÓRICO DE ATUALIZAÇÕES**

Tanto pacientes quanto médicos poderão consultar o histórico de inserções e simulações anteriores, promovendo um acompanhamento longitudinal da evolução clínica do paciente.

**4.8 INTEGRAÇÃO FUTURA COM DISPOSITIVOS IoT (INTERNET DAS COISAS)**

Embora não esteja contemplada no protótipo inicial, a plataforma será projetada com foco em expansão futura para integração com dispositivos inteligentes, como oxímetros, glicosímetros e medidores de pressão. Essa funcionalidade é considerada altamente relevante para automatizar a coleta de dados clínicos em tempo real, tornando o modelo digital ainda mais preciso e eficiente.

**4.9 SEGURANÇA E PRIVACIDADE DOS DADOS**

Todas as informações fornecidas serão protegidas por protocolos de segurança modernos, com criptografia e autenticação de usuários. O projeto será desenvolvido em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

**5 EXPERIÊNCIA ESPERADA DOS USUÁRIOS**

A plataforma foi idealizada com foco na usabilidade, acessibilidade e efetividade clínica. Dessa forma, a experiência dos dois principais públicos — pacientes e médicos — foi pensada de forma complementar, visando estabelecer uma ponte confiável entre o autoconhecimento do paciente e a atuação profissional do médico.

**5.1 EXPERIÊNCIA DO PACIENTE (USUÁRIO COMUM)**

O paciente terá acesso a uma plataforma simples, segura e acolhedora, onde poderá:

1. Realizar seu **cadastro com facilidade**, informando apenas dados essenciais.
2. Acessar um **formulário intuitivo** para registrar informações clínicas e sintomas, com campos objetivos e instruções claras.
3. Visualizar uma **simulação tridimensional do fígado**, adaptada aos dados inseridos, com destaques visuais para possíveis áreas comprometidas.
4. Ler uma **descrição explicativa** sobre o estado simulado do órgão, escrita em linguagem acessível, para que compreenda melhor sua saúde.
5. Acompanhar sua **evolução clínica** por meio de registros anteriores e comparações temporais.
6. Sentir-se **autônomo e engajado** no seu próprio cuidado, com informações que o empoderam sem substituir o acompanhamento médico.

Esse ambiente foi pensado para **educar o paciente sobre seu próprio corpo**, além de incentivá-lo à constância na coleta de dados e no autocuidado, especialmente em contextos onde o acesso físico a profissionais da saúde é limitado.

**5.2 EXPERIÊNCIA DO MÉDICO**

O profissional da saúde terá uma experiência direcionada à eficiência, precisão e acompanhamento ágil:

1. Acesso a um **painel restrito**, mediante login seguro e verificado.
2. Visualização dos **dados clínicos dos pacientes sob sua responsabilidade**, com simulações atualizadas conforme as informações inseridas por eles.
3. Consulta ao **histórico clínico**, permitindo avaliar a progressão de sintomas, oscilações nos indicadores e resposta a tratamentos.
4. Interação com as **simulações 3D**, possibilitando análises visuais rápidas e suporte à tomada de decisão clínica.
5. Recebimento de **alertas automatizados** (em futuras versões), quando houver mudanças críticas nos dados inseridos pelos pacientes.

Essa experiência visa **otimizar o tempo do profissional**, reduzir a necessidade de visitas físicas frequentes e viabilizar uma prática de **medicina personalizada, remota e preditiva**, especialmente útil para populações afastadas ou com limitações de mobilidade.

1. **LIMITAÇÕES DO PROTÓTIPO INICIAL**

Por se tratar de um protótipo com prazo e recursos limitados, algumas funcionalidades previstas para versões futuras não estarão presentes nesta entrega inicial. Embora o sistema tenha como foco a simulação do fígado humano, nesta versão o modelo 3D do órgão ainda não estará disponível. A previsão é que esse recurso seja incluído nas próximas iterações do projeto.

O sistema será capaz de processar informações fornecidas manualmente pelo usuário, mas não haverá, neste momento, integração com dispositivos da Internet das Coisas (IoT), como oxímetros ou glicosímetros.

Além disso, a plataforma ainda não contará com algoritmos de inteligência artificial para análise automática dos dados clínicos, nem com funcionalidades avançadas de exportação de relatórios ou validação de identidade médica por meio de registro profissional (como o CRM). Essas limitações não comprometem o conceito central da solução, mas indicam que o projeto está em fase inicial de desenvolvimento, com foco em demonstrar a viabilidade da proposta.

**7 POSSIBILIDADE DE EXPANSÃO**

O projeto foi concebido com escalabilidade em mente e, portanto, há diversas possibilidades de expansão para versões futuras da plataforma:

1. Inclusão de novos órgãos simulados (como coração, pulmões e rins).
2. Integração com dispositivos de IoT para **coleta automática de dados em tempo real**, como medidores de glicemia, pressão arterial, frequência cardíaca, oxigenação etc.
3. Aplicação de **inteligência artificial** para gerar diagnósticos preditivos e alertas personalizados com base em padrões de dados clínicos.
4. Exportação de relatórios em PDF para pacientes e médicos.
5. Implementação de login validado por CRM para maior segurança no acesso médico.
6. Disponibilização de uma versão mobile da plataforma, com foco em acessibilidade.

Essas expansões permitirão consolidar o uso do Digital Twin como ferramenta essencial para o acompanhamento clínico remoto e a democratização da medicina personalizada.

**8 ASPECTOS ÉTICOS E CONFORMIDADE COM A LGPD**

Considerando que o projeto lida com dados sensíveis de saúde, sua concepção exige total atenção a aspectos éticos e legais, especialmente no que diz respeito à **Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)**.

A plataforma será construída com base nos seguintes princípios:

1. **Consentimento informado**: os usuários deverão aceitar os termos de uso e política de privacidade antes de inserir qualquer dado.
2. **Minimização de dados**: serão solicitadas apenas as informações estritamente necessárias para a simulação e o acompanhamento clínico.
3. **Segurança da informação**: os dados serão protegidos com autenticação, criptografia e armazenamento seguro (conforme a tecnologia disponível no protótipo).
4. **Acesso restrito**: os dados clínicos dos pacientes serão visíveis apenas por médicos cadastrados e autorizados, em uma área restrita da plataforma.
5. **Transparência**: o funcionamento do sistema será descrito de forma clara, possibilitando ao usuário entender como seus dados estão sendo usados.

A equipe reconhece a importância da **ética digital** no desenvolvimento de tecnologias voltadas à saúde e propõe o uso responsável e seguro das informações pessoais.

**9 CONCLUSÃO**

Este projeto apresenta uma proposta inovadora e socialmente relevante ao unir a tecnologia de **Digital Twin** com a personalização do cuidado médico em uma plataforma acessível e interativa. Ao permitir que pacientes simulem o funcionamento de seus órgãos com base em dados clínicos reais, a iniciativa visa promover um acompanhamento mais próximo e eficiente, mesmo à distância, facilitando o acesso à saúde por populações em situação de vulnerabilidade geográfica, econômica ou física.

Ainda em sua fase inicial, o protótipo oferece uma base sólida para futuras integrações com tecnologias de IoT, inteligência artificial e dispositivos médicos. Com potencial para transformar a relação entre pacientes e médicos, o projeto caminha em direção a um novo paradigma da medicina digital: mais humana, personalizada, preditiva e democrática.