

SISTEMA DE INTERAÇÃO COM UM DISPOSITIVO PARA CONTROLE DE OXIGENOTERAPIA

Laila Maria Manfredin¹; Valdirlei Fernandes Freitas²; Christiane Riedi Daniel³; Camila Rickli⁴; Carolina Paula de Almeida⁵; Sandra Mara Guse Scós Venske⁶

Resumo

O uso de oxigênio como gás terapêutico, a oxigenoterapia, tem sido empregado em ambientes hospitalares e domiciliares para tratar várias doenças. A oxigenoterapia é utilizada de forma prolongada a fim de melhorar a oxigenação sanguínea em pacientes hipoxêmicos, fornecendo oxigênio inalatório. Devido à importância da oxigenoterapia no trato de enfermidades e à necessidade de controlar com precisão a provisão de oxigênio a pacientes, o dispositivo embarcado DAOxi (Dispositivo para Controle Automatizado da Oxigenoterapia) foi desenvolvido. O DAOxi é capaz de ajustar a fração inspirada de oxigênio baseado na saturação alvo de oxigênio. Este trabalho visa contribuir, construindo um sistema integrado que auxilie no registro e análise de dados coletados pelo DAOxi, emitindo alertas, gerando relatórios e prevendo padrões de oxigenação para auxiliar profissionais e pacientes no uso do dispositivo. Modelagem formal e ferramentas de prototipação foram usadas no sistema de interação com o DAOxi.

Palavras-chave: oxigenoterapia; monitoramento remoto; engenharia de software.

Abstract

The use of oxygen as a therapeutic gas, oxygen therapy, has been used in hospitals and homes to treat various diseases. Oxygen therapy is used for a prolonged period in order to improve blood oxygenation in hypoxemic patients, providing inhaled oxygen. Due to the importance of oxygen therapy in the treatment of diseases and the need to accurately control the supply of oxygen to patients, the DAOxi embedded device (Device for Automated Control of Oxygen Therapy) was developed. DAOxi is able to adjust the fraction of inspired oxygen based on target oxygen saturation. This work aims to contribute, building an integrated system that assists in the recording and analysis of data collected by DAOxi, issuing alerts, generating reports and predicting oxygenation patterns to assist professionals and patients in using the device. Formal modeling and prototyping tools were used in the DAOxi interaction system.

Keywords: oxygen therapy; remote monitoring; software engineering.

¹ Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Nanociências e Biociências da Universidade Estadual do Centro-Oeste-Unicentro. E-mail: lailamariah@gmail.com.

² Doutor em Física pelo Programa de Pós-graduação em Física da Universidade Estadual de Maringá-UEM, professor adjunto do departamento de Física da Universidade Estadual do Centro-Oeste-Unicentro e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Estadual de Maringá-UEM. E-mail: vfreitas@unicentro.br.

³ Doutora em Ciências (Medicina Legal) pela Universidade de São Paulo-USP, professora adjunta do departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual do Centro-Oeste-Unicentro. E-mail: christiane_riedi@hotmail.com.

⁴ Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual do Centro-Oeste-Unicentro. E-mail: lilarickli@yahoo.com.br.

⁵ Doutora em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, professora associada da Universidade Estadual do Centro-Oeste-Unicentro. Email: carol@unicentro.br.

⁶ Doutora em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, professora da Universidade Estadual do Centro-Oeste-Unicentro. Email: ssvenske@unicentro.br.

Introdução

O uso da oxigenoterapia com monitoramento por meio da oximetria de pulso tem sido amplamente discutido como uma medida financeiramente viável em várias regiões do mundo ao longo dos anos (Chan; Chan; Chan, 2013, Alboksmaty et al. 2022, Hlavin; Varty, 2022). O investimento em oxigenoterapia e ações em saúde pública têm salvado vidas de recém-nascidos, crianças e gestantes (Floyd et al., 2015). A administração de oxigênio medicinal é amplamente empregada em instituições hospitalares, especialmente em unidades de cuidados críticos e suporte vital avançado. É prescrita para uma variedade de condições médicas, beneficiando indivíduos que apresentam hipoxemia, uma condição caracterizada pela diminuição dos níveis de oxigênio no sangue. A hipoxemia pode ser avaliada de maneira não invasiva por meio da medida da Saturação Periférica obtida por oxímetros de pulso, ou de forma invasiva por meio da Gasometria Arterial (Budinger; Mutlu, 2013).

O DAOxi - Dispositivo para Automação da Oxigenoterapia, proposto por Rickli et al. (2020), é um sistema inovador que gerencia a oxigenoterapia de forma automatizada. Ele utiliza uma programação externa para ler os valores do oxímetro e controlar o fluxo de oxigênio por meio de um mecanismo mecânico. Esse dispositivo digital embarcado permite a administração automatizada de oxigênio em pacientes com dificuldades respiratórias, garantindo um controle preciso e acompanhamento contínuo da oxigenação. O DAOxi monitora constantemente a saturação de oxigênio no sangue do indivíduo, ajustando o fluxo de oxigênio fornecido de acordo com a saturação alvo necessária para cada paciente.

Este trabalho visa contribuir com o DAOxi, construindo um sistema online para o registro e análise dos dados coletados pelo dispositivo embarcado, com capacidade de emitir alertas, gerar relatórios e prever padrões de oxigenação, com a finalidade de auxiliar profissionais e pacientes no uso do dispositivo. Esse dispositivo, juntamente com o sistema proposto é de grande valia em momentos em que profissionais de saúde encontram-se em alto nível de estresse, como durante a pandemia de COVID-19 (Durço *et al.*, 2021).

Diversos dispositivos e abordagens têm sido desenvolvidos com o objetivo de melhorar a administração e o controle da oxigenoterapia. Esses trabalhos relacionados abordam diferentes aspectos da terapia de oxigênio, incluindo o cálculo da fração total inspirada de oxigênio, a entrega automática de oxigênio com base nas necessidades individuais do paciente e o uso de técnicas alternativas de administração. O foco da maioria é no tratamento de DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica).

Zelmanski e Davidovskaya (2016) desenvolveram um dispositivo de oxigenoterapia que permite a entrega automática de oxigênio produzido a partir do ar atmosférico. Esse dispositivo é capaz de ajustar a taxa de suprimento de oxigênio, sua concentração e a duração da terapia com base nos resultados do monitoramento da concentração de oxigênio na corrente sanguínea do paciente.

Pemberton et al. (2019) apresentou concentradores portáteis de oxigênio projetados para permitir que pacientes com distúrbios respiratórios gerenciem sua oxigenoterapia de forma adequada, tanto dentro como fora de suas casas. Esses concentradores permitem o monitoramento remoto do estado do paciente e a atualização das configurações do dispositivo, se necessário, por meio de uma interface de usuário.

Nishimura (2019) explorou uma técnica alternativa à oxigenoterapia convencional, conhecida como HFNC (High-Flow Nasal Cannula - Cânula Nasal de Alto Fluxo). Essa técnica utiliza um fluxo de oxigênio aquecido e umidificado por meio de uma cânula nasal, fornecendo uma Fração inspirada de Oxigênio (FiO₂) controlada. Ela tem mostrado potencial benefício na prevenção de intubação ou reintubação em pacientes com insuficiência respiratória aguda ou em ventilação mecânica para cirurgia. Neste caso, o fluxo de oxigênio é feito pela administração pressurizada da mistura de gases, o que o diferencia do DAOxi, que apenas administra o oxigênio medicinal.

Esses trabalhos relacionados destacam a busca por soluções que possam melhorar a administração de oxigênio, o controle do consumo e a adaptação às necessidades individuais dos pacientes. As abordagens variam desde dispositivos que automatizam a entrega de oxigênio com base em parâmetros monitorados até técnicas alternativas de administração, como o HFNC. Essas inovações têm o potencial de melhorar a eficácia e a segurança da oxigenoterapia em diversas condições clínicas. A proposta do DAOxi e do sistema aqui proposto se diferencia dos demais trabalhos relacionados a dispositivos conforme as indicações realizadas na Tabela 1.

O sistema proposto de interação com o dispositivo DAOxi visa melhorar o atendimento e beneficiar os profissionais de saúde de diversas maneiras. A automação do fluxo de oxigênio permite uma administração mais precisa. Além disso, o monitoramento remoto dos pacientes fornece acesso às informações relevantes sobre o estado de saúde, permitindo um acompanhamento contínuo mesmo à distância. Essa abordagem automatizada do fluxo de oxigênio e o monitoramento remoto permitem uma melhor adaptação às necessidades individuais, reduzindo a carga de trabalho dos profissionais e fornecendo informações valiosas para a avaliação do tratamento. A integração com registros eletrônicos de saúde contribui para

a continuidade do cuidado e o compartilhamento eficiente de informações entre os profissionais de saúde (Walsh; Smallwood, 2017). Os relatórios gerados pelo sistema fornecem dados detalhados sobre o tratamento, incluindo o consumo de oxigênio, auxiliando os profissionais na avaliação do progresso e na tomada de decisões.

Tabela 1 - Comparação entre os dispositivos relacionados na literatura

Trabalho	Proposta	Motivação	Diferença com o DAOxi
(Zelmanski; Davidovskaya, 2016)	Dispositivo para fornecimento automático de oxigênio a um paciente	Promover tratamento contínuo, prolongado e geralmente administrado em casa: oxigenoterapia de longa duração	Fornece ao paciente a quantidade necessária de oxigênio com valor de concentração predeterminado automático, com base nos resultados do monitoramento do conteúdo de oxigênio no sangue e pulso
(Pemberton et al., 2019)	Método e interface de usuário para monitoramento remoto e controle de um dispositivo de oxigenoterapia	Fornecer um método de monitoramento e controle de um dispositivo portátil de oxigenoterapia, agregando um software	Possui uma interface para monitoramento do paciente. O principal interesse é detectar qualquer necessidade de manutenção do dispositivo de forma remota.
(Nishimura, 2019)	Exploração da técnica HFNC	Fornecer meio alternativo de suporte respiratório para pacientes gravemente enfermos	Melhora a ventilação alveolar ao eliminar o espaço morto anatômico da interface de entrega. Tem foco no conforto do paciente.
DAOxi	Dispositivo para o controle automatizado do fluxo de oxigênio utilizado por indivíduos que necessitam de suplementação de oxigênio	Promover a integração com uma plataforma online de registro e análise de dados, com alertas, relatórios, fornecimento de padrões de oxigenação de forma inteligente	Dispositivo que se acopla aos fluxômetros manuais, encontrados em ambientes clínicos e/ou hospitalares, para controlar os parâmetros de oxigenoterapia. Controla a oxigenação pela programação externa para a leitura de um oxímetro e atuação mecânica do fluxômetro.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A motivação para o desenvolvimento do sistema de controle do DAOxi está na necessidade de monitorar e potencializar o fluxo de oxigênio de forma personalizada para cada paciente, visando a segurança, a eficácia do tratamento e a redução de esforços, tempo e custos associados à terapia com oxigênio. O sistema pode ser usado tanto em ambientes hospitalares quanto domiciliares.

O objetivo final da manipulação do DAOxi aliado a um sistema com plataforma online é melhorar a terapia com oxigênio e garantir o melhor custo-benefício para sua aplicação, beneficiando pacientes, profissionais de saúde e fornecedores de cilindros de oxigênio.

1 Metodologia

Esta seção aborda o problema da oxigenoterapia, as técnicas e ferramentas utilizadas na modelagem do software proposto. Além disso, a aplicação da metodologia é apresentada.

1.1 Oxigenoterapia

A administração de oxigênio desempenha um papel fundamental na terapia e no tratamento de várias doenças, além de ser essencial para a respiração dos seres humanos (Walsh; Smallwood, 2017). No entanto, o controle adequado e preciso do fluxo de oxigênio de acordo com as necessidades individuais de cada paciente tem sido identificado como uma necessidade nos atendimentos de oxigenoterapia - tratamento por meio de fornecimento de oxigênio extra aos pulmões (Zelmanski; Davidovskaya, 2016). As formas convencionais de administração de oxigênio, apresentam dificuldades quanto ao controle do fluxo de acordo com a necessidade do indivíduo, pois necessita de avaliação constante e manipulação do fluxômetro de forma manual, por um profissional de saúde (Dysart *et al.*, 2009). Além disso, o controle manual do fluxo de oxigênio dificulta a avaliação precisa do consumo de oxigênio, o que pode resultar em problemas médicos e administrativos. A dosagem incorreta de oxigênio pode afetar negativamente o paciente, enquanto o conhecimento preciso do consumo de oxigênio pode simplificar questões de reembolso e permitir a otimização de recursos financeiros (Walsh; Smallwood, 2017). A vantagem do DAOxi é controlar com precisão a quantidade de oxigênio administrado aos indivíduos em oxigenoterapia e gerar relatórios precisos aos profissionais de saúde que dão assistência a estes pacientes.

A Saturação de Oxigênio (SaO₂) é um valor essencial para avaliar a quantidade de oxigênio circulante no sangue e é relacionada à quantidade de oxigênio ligado à hemoglobina. A saturação normal de hemoglobina varia de 93% a 99%. No entanto, existem variações na saturação alvo dependendo das condições clínicas do paciente. Por exemplo, pacientes com risco de hipercapnia, como aqueles com DPOC ou dependência de oxigênio, têm uma saturação alvo de 88% a 92% (O'driscoll *et al.*, 2017). Para garantir a administração adequada de oxigênio, normalmente são utilizadas placas indicativas de zonas alvo em ambientes hospitalares, auxiliando no controle da terapia de oxigenoterapia, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Placas indicativas de saturação alvo



Fonte: Umbelino (2022).

Nesse contexto, foi desenvolvido o dispositivo DAOxi, que consiste em um dispositivo eletrônico embarcado, capaz de ajustar automaticamente o fluxo de oxigênio fornecido pelo fluxômetro de acordo com a necessidade individual do paciente medida pela SpO2 (Saturação periférica de O2 medida por oxímetro de pulso). O fluxo de oxigênio é ajustado para que seja obtida a medida da saturação alvo do paciente. A Figura 2 mostra o dispositivo DAOxi isolado (à esquerda) e acoplado a um cilindro de oxigênio e ligado a uma máquina local (à direita).

Figura 2 - DAOxi (esquerda) e DAOxi acoplado ao cilindro de oxigênio e ligado a uma máquina local (direita).



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

1.2 Modelagem de Software

A especificação UML (*Unified Modeling Language* - Linguagem de Modelagem Unificada - <https://www.uml.org/>), é uma linguagem de notação para uso em projetos de sistemas e está relacionada à Engenharia de Software (Sommerville, 2010). Foi adotada pela OMG (*Object Management Group* - Grupo de Gerenciamento de Objetos, <https://www.omg.org/index.htm>), uma organização internacional que aprova padrões abertos para aplicações orientadas a objetos, em 1997, como uma linguagem gráfica para visualizar, especificar, construir e documentar modelos de software (OMG, 2022). A UML é composta por diferentes tipos de diagramas, que permitem aos desenvolvedores uma visão geral do trabalho em diagramas padronizados. Estes estão divididos em dois grandes grupos: os diagramas estruturais e os diagramas comportamentais. Os diagramas estruturais demonstram os diferentes objetos em um sistema modelado, já os diagramas comportamentais mostram o que deve acontecer num sistema. Eles descrevem como os objetos interagem uns com os outros para criar um sistema funcional (OMG, 2022).

O diagrama de caso de uso é um tipo de diagrama UML comportamental e frequentemente usado para analisar sistemas. Este tem o objetivo de auxiliar a comunicação entre clientes e desenvolvedores, mostrando as funcionalidades que estarão disponíveis aos

usuários de forma pontual. Um diagrama de caso de uso é um diagrama que dá uma visão geral, sendo uma representação útil para imaginar como interagir com um novo sistema, para uma nova ideia, ou ainda, entender qual seria a sua função (Filho, 2019). A dinâmica de um diagrama de caso de uso consiste em um retângulo, que representa um sistema, aquilo que estiver sendo desenvolvido e define a extensão do sistema. Os atores são os elementos responsáveis, direta ou indiretamente, pela interação com o sistema, estes são pessoas, organizações, dispositivos físicos, ou outros sistemas que interagem com ele. Os casos de uso possuem a forma oval, estes representam uma ação que realiza uma tarefa dentro do sistema. Os casos de uso são identificados ao analisar cada requisito do sistema em busca dos grandes eventos que ocorrem e que dão origem a uma interação entre um ator e o sistema. Sua posição é dentro do retângulo, porque são ações que ocorrem dentro do sistema. Este tipo de diagrama também representa as relações entre os atores e os casos de uso e entre os diferentes casos de uso ao longo do funcionamento do sistema sendo representado.

O diagrama de Classe é a opção mais utilizada para representar estruturalmente um sistema. Os diagramas estruturais são utilizados para especificar, visualizar, construir e documentar os aspectos estáticos do sistema, como, por exemplo: métodos, interfaces, serviços, classes, arquitetura do sistema, entre outros (Guedes, 2018). Uma classe é uma forma de definir um tipo de dado em uma linguagem orientada a objetos. Cada classe descrita é representada por um retângulo com o respectivo nome escrito no alto. Ela é formada por dados e comportamentos. Atributos definem os dados, e os métodos definem os comportamentos existentes. Cada instância de uma classe é identificada por meio de atributos. Atributo é um pedaço significativo de dados que contém valores que descrevem cada instância dessa classe, também são conhecidos como campos variáveis e propriedades. Os atributos são posicionados na parte intermediária da classe. Métodos permitem especificar as características comportamentais de uma classe, também são conhecidos como operações e funções.

Na modelagem do sistema de gerenciamento automatizado de oxigenoterapia foram desenvolvidos os diagramas de casos de uso e de classe fazendo uso de uma ferramenta computacional. As ferramentas que auxiliaram na modelagem do software são tratadas na próxima subseção.

1.3 Ferramentas

Nesta seção são apresentadas as ferramentas que servem de base para a representação do sistema proposto. Tais *frameworks* têm papel relevante no entendimento individual de cada

parcela do sistema, na obtenção do entendimento do todo. As ferramentas utilizadas foram Figma (para design e protótipo) e Visual Paradigm (para modelagem).

Figma (<https://www.figma.com/>) é um editor online de gráficos vetoriais com ênfase na prototipagem de interfaces gráficas e estruturas de design de experiência de usuário. Ela permite edição colaborativa para que uma mesma equipe desenvolva um projeto em conjunto e oferece planos gratuitos e pagos.

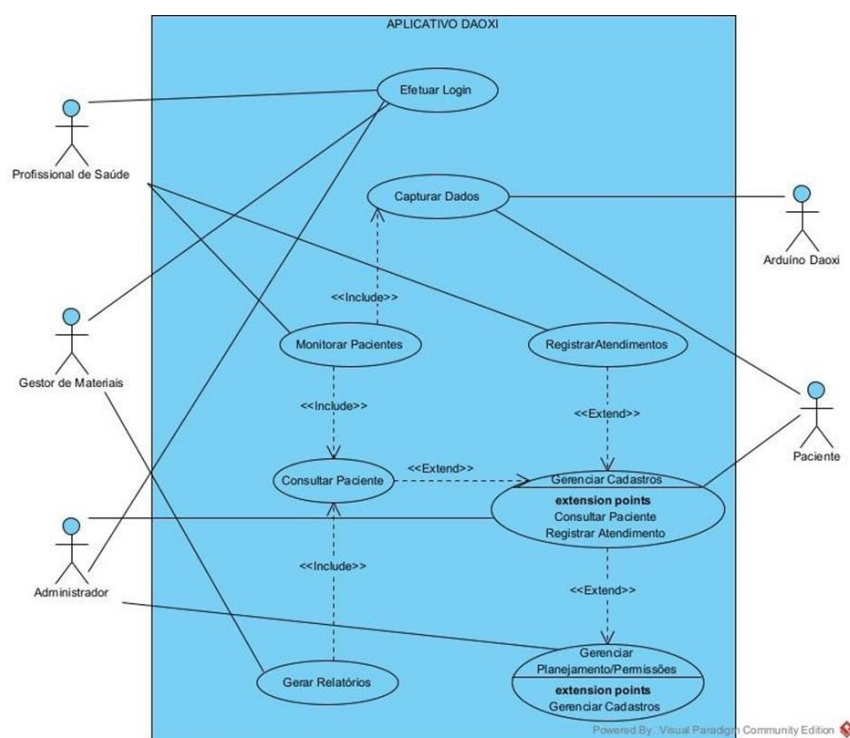
Visual Paradigm (<https://www.visual-paradigm.com/>) é uma ferramenta CASE (*Computer-Aided Software Engineering* - Engenharia de Software Auxiliada por Computador) voltada para criação de diagramas UML. Visual Paradigm é uma ferramenta de uso comercial que possibilita criar diversos diagramas, os quais irão compor a documentação do projeto.

Neste sistema desenvolvido foram utilizados os diagramas de casos de uso e diagramas de classes.

1.4 Sistema de interação com o DAOxi

Para o desenvolvimento do sistema de interação com o DAOxi, foi elaborado um documento abrangente de levantamento de requisitos que descreve minuciosamente as especificações obtidas por meio de extensivas pesquisas, reuniões e consultas com profissionais especializados em oxigenoterapia.

Figura 3 - Diagrama de casos de uso sistema de interação com o DAOxi.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

O diagrama de casos de uso é apresentado na Figura 3. Os atores primários identificados no decorrer do levantamento foram: Profissional de Saúde, Gestor de Materiais, Administrador, Arduíno DAOxi e Paciente.

Somente usuários logados podem acessar o sistema proposto, assim, o caso de uso “Efetuar Login” possibilita o tipo de acesso em conformidade com as permissões do usuário.

O caso de uso “Capturar Dados” lê a saturação enviada pelo dispositivo Arduíno DAOxi a cada dez segundos e realiza a atuação a cada trinta segundos. A atuação é utilizada para calcular e exibir as informações sobre a saturação atual do paciente em um gráfico, garantindo uma representação visual coerente em um monitor de vídeo. O caso de uso “Monitorar Pacientes” permite ao Profissional de Saúde visualizar todos os dispositivos em uso, seus índices de saturação e receber alertas ativos. Também oferece a possibilidade de examinar em detalhes cada leitura de paciente em terapia. Esses casos de uso são fundamentais para o sistema, conectando o dispositivo DAOxi ao monitoramento e controle dos pacientes.

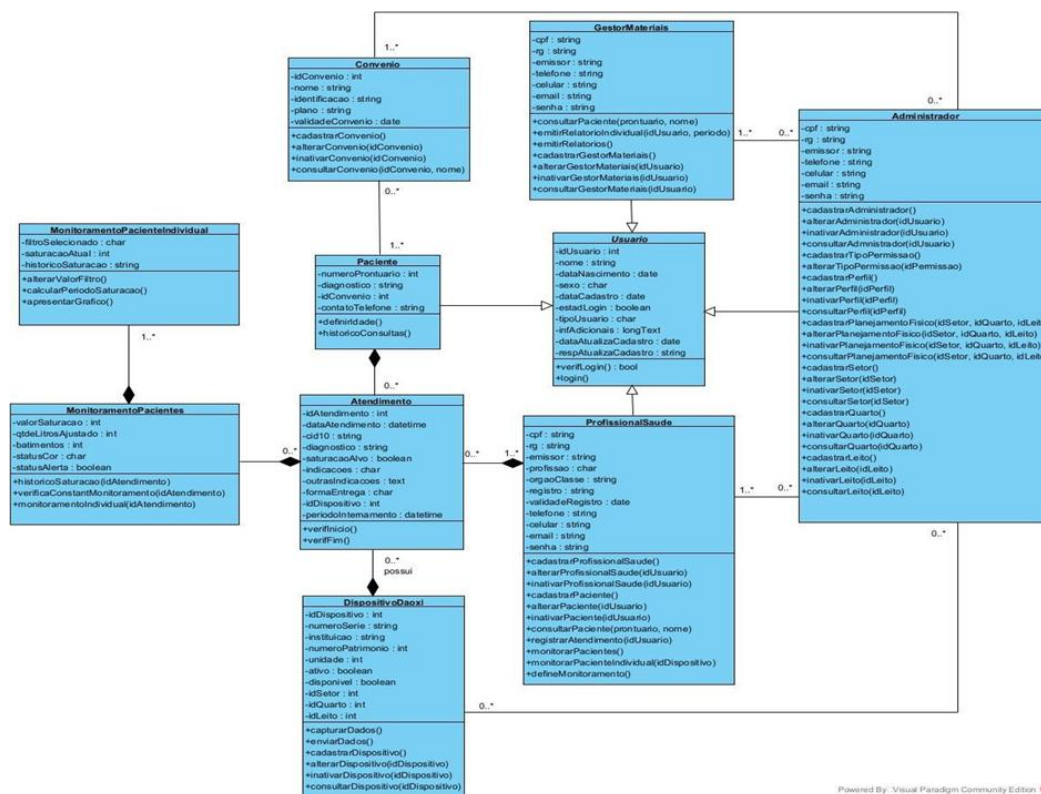
Os casos de uso “Registrar Atendimentos”, “Gerenciar Planejamento/Permissões”, “Consultar Paciente” e “Gerar Relatórios” são partes fundamentais do sistema proposto. O caso de uso “Registrar Atendimentos” permite vincular pacientes a dispositivos para iniciar a oxigenoterapia. O caso de uso “Gerenciar Planejamento/Permissões” possibilita ao administrador configurar permissões de acesso, organizar dispositivos e realizar cadastros. O caso de uso “Consultar Paciente” permite que atores acessem e consultem informações de pacientes e atendimentos. Por fim, o caso de uso “Gerar Relatórios” permite ao gestor de materiais emitir relatórios financeiros relacionados aos gastos com oxigênio. Esses casos de uso desempenham funções importantes no sistema, contribuindo para o gerenciamento eficiente e o acompanhamento dos pacientes em terapia.

O diagrama de classes foi criado demonstrando toda a estruturação do sistema proposto, inclusive com a prerrogativa das permissões de acesso e do planejamento físico para que o entendimento fosse mais acessível e a visualização pontual. O diagrama de classes é apresentado na Figura 4. O diagrama de classes da plataforma DAOxi foi criado com base nos requisitos, casos de uso e interfaces, resultando na criação de dez classes principais. Essas classes são usadas para identificar as principais entidades necessárias para a estruturação do sistema proposto. Algumas classes relacionadas a permissões de acesso e planejamento físico foram omitidas no diagrama para facilitar o entendimento. Os principais métodos que descrevem as ações dessas classes estão listados na classe Administrador.

2 Desenvolvimento (resultados e discussões)

Nesta seção são apresentados os protótipos das principais telas do sistema de controle do dispositivo DAOxi e as suas considerações para o entendimento das principais nuances do sistema. A confecção do design das telas foi realizada em conformidade com os requisitos levantados. O ajuste final na confecção das telas do sistema resultou no protótipo produzido.

Figura 4 - Diagrama de Classes do sistema de interação com o DAOxi.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

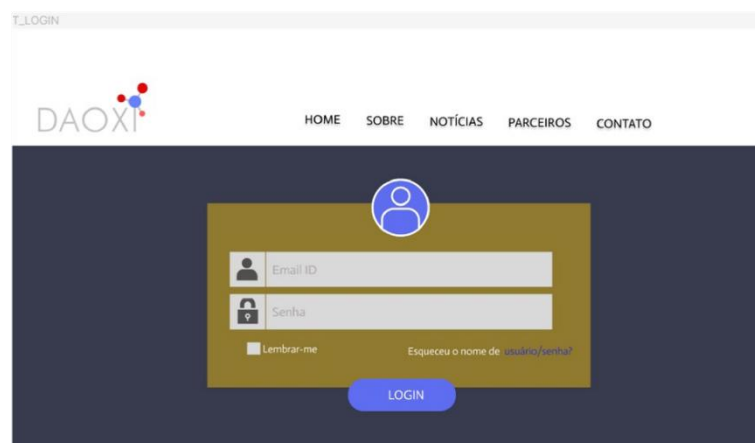
A Figura 5 apresenta a tela de login para o acesso ao sistema dos diversos usuários. A partir deste acesso é ativada a tela que corresponde ao tipo de usuário. Um Administrador, pré-cadastrado no banco de dados, faz o cadastro dos demais usuários da unidade.

As permissões para o acesso às funcionalidades do sistema serão geridas pelo Administrador responsável, por meio de vínculos a perfis e locais no planejamento físico do ambiente de atendimento (Figura 6). As permissões são funcionalidades do sistema configuráveis para cada tipo de perfil definido. Os perfis estão enquadrados nos atores definidos, portanto ao criar um perfil somente são indicadas algumas restrições para atender à necessidade de privacidade dos dados.

Todas as informações de perfil e do ambiente de atendimento são personalizáveis, como demonstra a opção de adicionar um novo perfil na Figura 6. Esta ação aciona a tela de

cadastro/alteração de perfil derivado do caso de uso “Gerenciar Planejamento/Permissões”, como apresentado na Figura 7.

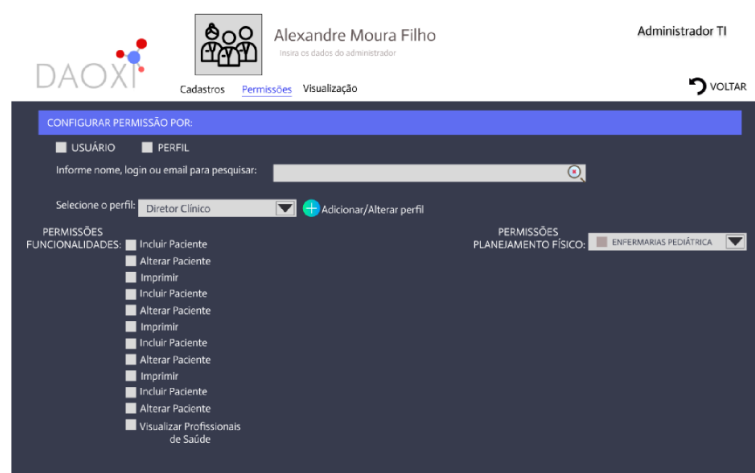
Figura 5 - Tela de login do sistema



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

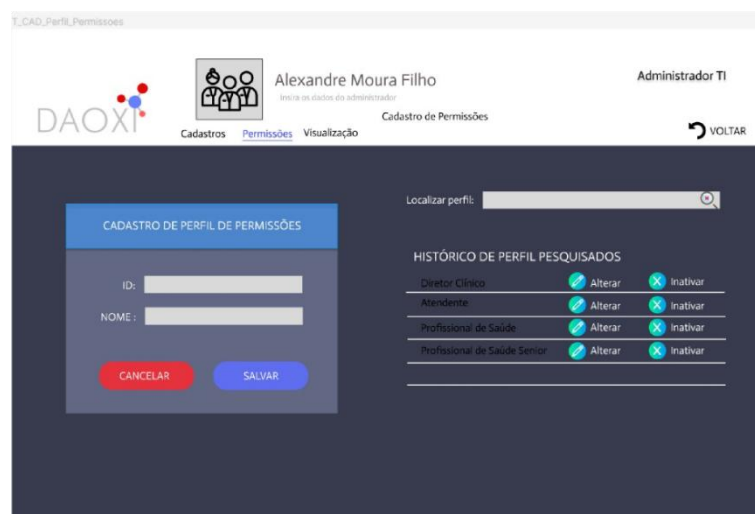
A Figura 8, mostra a parte central do projeto, que é o monitoramento dos pacientes, que motivou a construção do sistema de interação com o DAOxi. Ao consultar o paciente (pelo nome ou número de prontuário), se o paciente não estiver cadastrado, o sistema direciona para a tela de cadastro de paciente (Figura 10). Se o paciente já tiver cadastro no sistema, a tela de Atendimentos (Figura 11) será acionada.

Figura 6 - Tela de Login do sistema



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

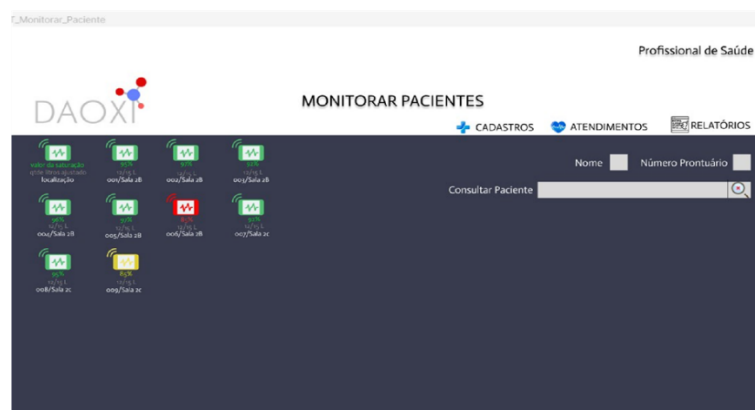
Figura 7 - Tela de cadastro de perfil do sistema



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

No monitoramento de pacientes, os dispositivos são representados por diferentes cores, que indicam de forma rápida e representativa a situação dos pacientes em tratamento em oxigenoterapia. Os dispositivos representados na cor amarela indicam que o valor da saturação do paciente está quase abaixo do limite da zona indicada no prontuário do paciente. Assim, o profissional da saúde pode identificar rapidamente e, ao clicar sobre a respectiva representação do dispositivo, o sistema abrirá a tela de monitoramento individual do paciente (Figura 9). Assim, será apresentado o monitor da oxigenoterapia, com o gráfico da saturação dos últimos cinco minutos do paciente, podendo o usuário alterar o filtro para que o sistema recalcule os dados e apresente o gráfico atualizado para apreciação e atendimento clínico, se necessário. Quando o sistema identificar um valor da saturação abaixo da zona indicada no prontuário, a representação do dispositivo assumirá a cor vermelha, acrescido de emissão de sinal sonoro. Dispositivos representados pela cor verde indicam que o paciente está dentro da zona indicada no prontuário.

Figura 8 - Tela de monitoramento de pacientes do sistema.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Para o cadastro de pacientes foi determinado pelos requisitos que fosse composto pelos seguintes campos: número do prontuário (número do encaminhamento gerado, único por pessoa), nome, data de nascimento (para cálculo da idade), sexo, telefone/celular (para fins de contato) (Figura 10), além de campos para lista de diagnósticos, nome do convênio e um campo de texto livre para observações necessárias. A escolha das informações mínimas necessárias sobre o paciente foi feita visando atender às instruções da Lei Geral de Proteção de Dados (<https://www.gov.br/cidadania/pt-br/acesso-a-informacao/lgpd>).

Os atendimentos aos pacientes são feitos conforme a tela apresentada na Figura 11. Nos atendimentos são registradas as indicações para a oxigenoterapia em conformidade com a doença informada no documento de encaminhamento do paciente. Conforme a indicação da oxigenoterapia, ficam ativadas somente as opções das formas de entrega condizentes com a orientação de uso para a respectiva indicação (doença) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

O atendimento do paciente também utiliza um esquema de cores para indicar a disponibilidade dos dispositivos DAOxi. Dispositivos representados em amarelo estão em uso no local onde estão alocados, a cor cinza significa que o dispositivo está indisponível. A cor vermelha indica que o dispositivo necessita de reparos. Os ícones destes dispositivos mostram um cadeado fechado indicando intuitivamente ao usuário a ocorrência de indisponibilidade do dispositivo, além disso, são agrupados mais à direita da tela para simplificar a visualização. Para vincular um dispositivo específico ao paciente a ser atendido, é necessário selecionar um dos dispositivos livres destacados em verde e posicionados à esquerda da tela.

Figura 9 - Tela de monitoramento de paciente individual do sistema.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Figura 10 - Tela de Cadastro de paciente do sistema.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A Figura 12 mostra a tela de cadastro dos dispositivos DAOxi, o botão denominado como Ativo indica que o dispositivo está em uso no momento. A opção Inativo (botão não clicado) indica que o dispositivo está livre para uso, ou ainda, que não está sendo utilizado para atendimento no momento. A opção Disponível indica que o dispositivo está em bom estado de operação e a opção Indisponível (botão não clicado) indica o contrário, que o dispositivo está impossibilitado de uso.

Figura 11 - Tela de Atendimento de Paciente do sistema

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Figura 12 - Tela de Cadastro do Dispositivo DAOxi

T_CAD_Dispositivo_Daoxi

DAOxi

DS45621222
Insira os dados do dispositivo

Administrador TI

EXCLUIR SALVAR

IDENTIFICAÇÃO

ID: Número de Patrimônio:

Instituição: Unidade:

LOCALIZAÇÃO DO DISPOSITIVO

Setor/Ala/Enfermaria: Poltrona/Leito de internamento:

Quarto:

ATIVO DISPONÍVEL

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A Figura 13 apresenta a tela de geração de relatórios especialmente projetada para atender às necessidades do gestor de materiais. Nessa tela, os usuários têm a capacidade de selecionar e configurar os parâmetros necessários para a criação de relatórios personalizados. Essa interface oferece uma variedade de opções para escolher os dados a serem incluídos, como períodos, filtros de informações e tipos de resumos a serem gerados.

Por meio das opções de seleção disponíveis, os usuários podem especificar os critérios desejados para o relatório, como dados relacionados aos pacientes, estatísticas de tratamento, consumo de recursos, resultados de testes ou quaisquer outros aspectos relevantes ao sistema. Essa flexibilidade permite que o gestor de materiais adapte os relatórios de acordo com suas necessidades específicas.

Figura 13 - Tela de emissão de relatórios de consumo de oxigênio

T_Emissao_Relatorios_Consumo

DAOxi

GERAR RELATÓRIOS

Gestor de Materiais

VOLTAR

Nome: Número Prontuário:

Consultar Paciente:

Setor/Ala/Enfermaria:

Quarto:

Poltrona/Leito de internamento:

PERÍODO:

Selecione uma nova data

6 junho de 2021

RELATÓRIOS:

Leito de Internamento

Resumo por setor

Resumo por mês

Consumo por X tempo

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Ao personalizar os parâmetros do relatório, o gestor de materiais pode obter insights valiosos sobre o estoque de materiais, a utilização dos recursos disponíveis e outras informações relevantes para o gerenciamento eficiente. Essa tela de geração de relatórios é uma ferramenta

que auxilia o gestor de materiais a tomar decisões informadas e estratégicas com base nos dados coletados e analisados.

3 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo a especificação de um sistema para interação com o dispositivo DAOxi, um sistema inovador que gerencia a oxigenoterapia de forma automatizada. Este projeto visa fornecer suporte ao DAOxi, por meio do desenvolvimento de um sistema que permita o registro e análise dos dados coletados pelo dispositivo.

O sistema desenvolvido permite viabilizar a utilização do dispositivo DAOxi a fim de atender às necessidades dos pacientes em oxigenoterapia, profissionais de saúde e fornecedores de cilindros de oxigênio, permitindo uma adaptação completa ao tratamento do paciente. O sistema é alinhado com as tendências de mercado, oferecendo parametrizações personalizadas de acordo com a cultura organizacional e necessidades específicas da instituição que vai utilizá-lo.

Os objetivos foram alcançados, incluindo a promoção de segurança na autonomia da dose de oxigênio, armazenamento de informações relevantes e monitoramento dos pacientes em tratamento com visualizações intuitivas e alertas. Além disso, foram identificadas informações relevantes a serem armazenadas, como histórico de tratamento do paciente, relatórios para o gerenciamento de consumo de oxigênio. O sistema documentado também oferece auxílio no monitoramento dos pacientes em tratamento, por meio de visualizações intuitivas com símbolos, cores e alertas. Esses recursos contribuem para a redução de esforços, tempo e custos associados à terapia com oxigênio.

Como trabalhos futuros vislumbra-se fornecer acesso ao sistema pelo paciente, disponibilizando algumas informações sobre o seu uso particular no tratamento de oxigenoterapia, talvez via aplicativo mobile. Além disso, está prevista a inclusão de outras funcionalidades no sistema, tais como: apresentação do histórico de saturação de cada paciente no formato de relatório, a emissão de alertas para a troca do modo de entrega do oxigênio e emissão de alertas via SMS (Short Message Service) para os usuários.

Visando a uma apresentação coerente e de alta qualidade da publicação da Revista Tecnologia e Sociedade, solicitamos aos autores que sigam os critérios e características técnicas, as orientações de estilo e formatação de texto apresentadas neste documento. O modo mais simples de fazê-lo é substituir o conteúdo do modelo pelo de seu artigo, cuidando para não adicionar novos estilos, ou redefinir os estilos do modelo.

Referências

- ALBOKSMATY, A. et al. Effectiveness and safety of pulse oximetry in remote patient monitoring of patients with covid-19. **European Journal of Public Health**, v. 32, n. Supplement 3, p. ckac129.303, 10 2022. ISSN 1101-1262. Disponível em: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Caderno de atenção domiciliar**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderno_atencao_domiciliar_melhor_casa.pdf. Acesso em: 13 dez. 2025.
- BUDINGER, G. R. S.; MUTLU, G. M. Balancing the risks and benefits of oxygen therapy in critically ill adults. **Chest**, v. 143, n. 4, p. 1151–1162, 2013. ISSN 0012-3692. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369213602317>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- CHAN, E. D.; CHAN, M. M.; CHAN, M. M. Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. **Respiratory medicine**, v. 107, n. 6, p. 789—799, June 2013. ISSN 0954-6111. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.02.004>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- DURÇO, A. O. et al. Estresse em profissionais da saúde de hospitais e unidades de pronto atendimento da rede pública de saúde de sergipe em tempo de pandemia de covid-19. **Scientia Plena**, v. 17, n. 7, ago. 2021. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/6252>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- DYSART, K. et al. Research in high flow therapy: mechanisms of action. **Respiratory Medicine**, p. 103, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2009.04.007>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- FILHO, W. P. P. **Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões – Projetos e processos**. 4. ed. Rio de Janeiro – RJ: Gen-LTC Editora, 2019.
- FLOYD, J. et al. Evaluating the impact of pulseoximetry on childhood pneumonia mortality in resource-poor settings. **Nature**, v. 528, p. S53–S59, 2015. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1038/nature16043>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- GUEDES, G. T. A. **UML 2: uma abordagem prática**. 3. ed. Rio de Janeiro: Novatec Editora, 2018.
- HLAVIN, D.; VARTY, M. Improving Patient Safety by Increasing Staff Knowledge of EvidenceBased Pulse Oximetry Practices. **Critical Care Nurse**, v. 42, n. 6, p. e1–e6, 12 2022. ISSN 0279-5442. Disponível em: <https://doi.org/10.4037/ccn2022998>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- NISHIMURA, M. High-flow nasal cannula oxygen therapy devices. **Respiratory Care**, v. 64, n. 6, p. 735–742, 2019. ISSN 0020-1324. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/10.4187/respcare.06718>. Acesso em: 14 dez. 2025
- O'DRISCOLL, B. R. et al. British thoracic society guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. **BMJ Open Respiratory Research**, v. 4, n. 1, p. e000170,

2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2016-000170>. Acesso em: 14 dez. 2025.

OMG. **OBJECT Management Group**. 2022. Disponível em: <https://www.omg.org/uml-directory/>. Acesso em: 14 dez. 2025.

PEMBERTON, G. et al. Remote **Monitoring and Controlling of a Patient Oxygen Therapy Device**. 2019. Depositante: GCE Holding AB, MALMO" (SE). US-20190267127-A1. Depósito: 11/11/2016. Publicação: 29/08/2019. Disponível em: <https://imagepubs.uspto.gov/dirsearch-public/print/downloadPdf/20190267127>. Acesso em: 14 dez. 2025.

RICKLI, C.; FREITAS, V. F.; NEVES, T. E. G. **DAOxi - Dispositivo de Automação da Oxigenoterapia**. 2020. Depositante: Camila Rickli Inovação. BR2020200113424. Depósito: 05/06/2020. Publicação: 07/11/2021.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 9. ed. Harlow, England: Addison-Wesley, 2010. ISBN 978-0-13-703515-1. Disponível em: <https://engineering.futureuniversity.com/BOOKS%20FOR%20IT/Software-Engineering-9th-Edition-by-Ian-Sommerville.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2025.

UMBELINO, T. **Placas indicativas de oxigênio ajudam no tratamento de pacientes**. IGESDF, Brasília, 25 jun. 2021. Disponível em: <https://igesdf.org.br/noticia/placas-indicativas-de-oxigenio-ajudam-no-tratamento-de-pacientes/>. Acesso em: 14 dez. 2025.
WALSH, B. K.; SMALLWOOD, C. D. Pediatric oxygen therapy: A review and update. **Respiratory Care**, v. 62, n. 6, p. 645–661, 2017. ISSN 0020-1324. Disponível em: <https://doi.org/10.4187/respcare.05245>. Acesso em: 14 dez. 2025.

ZELMANSKI, O. B.; DAVIDOVSKAYA, E. I. Apparatus for the long-term oxygen therapy. **Doklady BGUIR**, n. 7, p. 226–230, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2024-22-2-105-115>. Acesso em: 14 dez. 2025.
<https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac129.303>. Acesso em: 13 dez. 2025.