

# Mapas Corporais e Gráficos de Coordenadas Paralelas como Suporte à Análise Longitudinal de Avaliações de Sensibilidade Tátil de Casos de Hanseníase

Italan Leal, Barbara de Queiroz Figueirôa<sup>1</sup>, Danielle Christine Moura dos Santos<sup>2</sup>,  
Patrícia Takako Endo<sup>1</sup>, Raphael A. Dourado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação (PPGEC),  
Universidade de Pernambuco (UPE), Caruaru – PE – Brasil

<sup>2</sup> Faculdade de Enfermagem Nossa Senhora das Graças (FENSG),  
Universidade de Pernambuco (UPE), Recife – PE – Brasil

italan.leal@upe.br, barbarafigueiroa@gmail.com  
{danielle.moura, patricia.endo, raphael.dourado}@upe.br

**Resumo.** A eliminação da hanseníase permanece um desafio de saúde pública no Brasil, onde esta doença ainda é endêmica. O acompanhamento dos pacientes é realizado por meio do formulário de Avaliação Neurológica Simplificada (ANS), que registra, dentre outras informações, a sensibilidade tátil aferida em diferentes pontos do corpo. No entanto, não há na literatura propostas de representações visuais (visualizações) interativas para auxiliar profissionais da saúde na análise longitudinal destes dados de forma individual e agregada. Este trabalho se propõe a preencher esta lacuna, apresentando um conjunto de visualizações concebidas e validadas iterativamente em parceria com especialistas em saúde. Os resultados indicam que as visualizações propostas tem potencial para auxiliar no acompanhamento de pacientes e subsidiar tomada de decisão.

**Abstract.** The elimination of leprosy remains a public health challenge in Brazil, where the disease is still endemic. Patient monitoring is carried out using the Simplified Neurological Assessment form (ANS), which records, among other information, tactile sensitivity measured at different points on the body. However, there are no proposals in the literature for interactive visual representations to assist healthcare professionals in the longitudinal analysis of this data individually and in aggregate. This work tries to fill this gap, presenting a set of visualizations conceived and iteratively validated in partnership with healthcare specialists. The results indicate that the proposed visualizations have the potential to assist in patient monitoring and support decision-making.

## 1. Introdução

A hanseníase é uma doença crônica infecciosa que afeta principalmente os nervos periféricos, podendo atingir também a pele, a mucosa do trato respiratório superior e os olhos [Brasil 2024]. Quando não tratada de forma adequada, a hanseníase pode resultar em deformidades, alterações sensoriais, perda de sensibilidade térmica e tátil, além de redução da força muscular, especialmente nas mãos, braços, pés, pernas e olhos, podendo levar a incapacidades permanentes.

O Brasil ocupa o segundo lugar no mundo em número de casos absolutos de hanseníase e a região Nordeste está entre as três primeiras no país com maior incidência [Brasil 2026]. Em Pernambuco, tem-se registrado uma alta no número de novos casos nos últimos anos [Mendes 2025]. Considerando este cenário, surge a necessidade de ampliar e fortalecer as ações de diagnóstico e acompanhamento da doença, conforme descrito na Estratégia Nacional para Enfrentamento à Hanseníase 2024-2030 [Brasil 2024].

O Ministério da Saúde disponibiliza um instrumento padrão para avaliação e acompanhamento de casos de hanseníase, chamado de Avaliação Neurológica Simplificada (ANS) [Brasil 2026]. Este instrumento permite identificar alterações neurológicas causadas pela doença, como danos nos nervos periféricos, mesmo antes do surgimento de sinais e sintomas. Porém, ainda não existem representações visuais interativas para apoiar profissionais de saúde a explorar estes dados. Os trabalhos reportados na literatura se concentram na análise geoespacial da distribuição dos casos [Ortuño-Gutiérrez et al. 2021, Taal et al. 2023] ou nos padrões e determinantes sociodemográficos para surgimento de lesões em nervos causados pela hanseníase [Muhaba et al. 2025].

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e avaliação de novas representações visuais interativas para apoiar profissionais de saúde na análise dos dados coletados através dos formulários ANS, tanto em nível individual (paciente), quanto agregado (grupos de pacientes), com suporte a análise longitudinal utilizando técnicas de visualização de dados temporais [Kim et al. 2024].

## **2. Fundamentação Teórica**

### **2.1. A hanseníase**

A hanseníase é uma doença infecciosa causada pela bactéria *Mycobacterium leprae* e, apesar de curável, ainda permanece endêmica em diferentes regiões do mundo, principalmente na Índia, Brasil e Indonésia [Brasil 2024]. Transmitida pelas vias aéreas superiores, a doença afeta majoritariamente a pele, nervos periféricos e mucosas. Além disso, lesões neurais, assim como deformidades características de quadros agravados, podem ser ocasionadas em situações de diagnóstico tardio ou o tratamento inadequado [Brasil 2024]. Nestes casos, o indivíduo sofre também com o estigma e preconceito associado às deficiências físicas, o que impacta diretamente seus relacionamentos sociais, o bem-estar mental e a qualidade de vida [Brasil 2024, Brasil 2026]. Desse modo, a doença permanece sendo um importante desafio à saúde pública do país.

A hanseníase é diagnosticada através do exame físico geral dermatológico e neurológico para identificar lesões, áreas da pele com alterações de sensibilidade e possível comprometimento dos nervos periféricos. [Brasil 2026]. Por meio do instrumento padronizado para avaliação neurológica da doença (Avaliação Neurológica Simplificada, ANS) [Brasil 2026] é possível mapear as alterações de sensibilidade das mãos e pés, comprometimento motor e redução da força muscular decorrente do dano neural. A avaliação sensitiva utiliza o protocolo de mapeamento de limiares com estesiômetro de monofilamentos (monofilamentos de Semmes-Weinstein), sendo registrado no formulário a graduação identificada (valores nominais de 0,07 a 300 grama-força). A ANS também é utilizada para auxiliar na coleta de dados sobre o Grau de Incapacidade Física (GIF), classificação adotada pelo Ministério da Saúde que utiliza níveis entre 0 e 2, refletindo a presença e gravidade de incapacidades físicas decorrentes da doença [Alves et al. 2010].

No entanto, o processo de preenchimento da ANS é manual, em formulário impresso, realizado por profissionais de saúde durante o exame neurológico dos pacientes em atendimento nos serviços de saúde. Apesar dos esforços recentes para digitalização deste processo [Brasil 2025a], até o momento não há iniciativas para o desenvolvimento de representações visuais interativas [Munzner 2014] para auxiliar profissionais de saúde a explorar os dados da ANS.

## 2.2. Visualização de Dados Aplicada à Saúde

A pesquisa em visualização de dados se sustenta no princípio de que, dado ao alto poder de processamento do sistema de percepção visual humano, representações visuais de dados (também chamadas de visualizações ou, popularmente, gráficos) facilitam o reconhecimento de padrões e anomalias [Munzner 2014]. Com uso crescente na saúde, a visualização de dados pode auxiliar os profissionais no diagnóstico, acompanhamento clínico e epidemiológico de doenças [Tan et al. 2025]. No contexto do tratamento e combate de doenças infecciosas como a hanseníase, o uso de visualização de dados pode auxiliar tanto na análise de prontuários eletrônicos quanto de bases públicas como as disponibilizadas pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) [Tan et al. 2025, Carroll et al. 2014]. Especialmente no primeiro caso, há um grande potencial para análises em diferentes níveis de granularidade (*e.g.* individual, população e subgrupos) com grande nível de detalhamento, dado a riqueza de dados presente nos prontuários. No entanto, Kim et al. apontam que ainda é pouco explorada a visualização de dados epidemiológicos no nível individual (paciente) [Kim et al. 2024].

Nesse sentido, mapas corporais e visualizações multidimensionais podem viabilizar uma análise em múltiplos níveis de granularidade. Mapas corporais (*body maps*) são representações simbólicas do corpo humano usadas para registrar e organizar informações localizadas em áreas anatômicas específicas [Jung et al. 2024, Cramer et al. 2022]. Cramer et al. utilizaram esta técnica para auxiliar a análise de queixas de dores corporais [Cramer et al. 2022], enquanto Jung et al. utilizaram a mesma técnica para investigar como emoções podem ser caracterizadas através de movimentos e sensações corporais [Jung et al. 2024]. Em ambos os trabalhos, escalas de cores são utilizadas para representar intensidade e frequência nas regiões do corpo. Já Reynolds et al. [Reynolds et al. 2007] propõe um modelo anatômico tridimensional baseado em mapas de dispersão para análise de padrões de câncer de pele.

Já as visualizações multidimensionais são úteis para analisar bases de média e alta dimensionalidade, comuns no domínio da saúde. O gráfico de coordenadas paralelas, utilizado neste trabalho, representa cada registro como uma linha que atravessa eixos paralelos (usualmente verticais), onde cada eixo representa uma dimensão dos dados e pode escalar para dezenas de dimensões [Bäuerle et al. 2022]. Essa visualização permite identificar padrões que seriam imperceptíveis em gráficos bidimensionais convencionais.

## 3. Trabalhos Relacionados

Grande parte dos trabalhos anteriores envolvendo uso de visualização de dados de hanseníase focaram na análise da distribuição geográfica dos casos [Barreto et al. 2014, Ortuño-Gutiérrez et al. 2021, Queiroz et al. 2010, Taal et al. 2022, Taal et al. 2023]. Apenas o trabalho de Muhaba et al. [Muhaba et al. 2025] utiliza da-

dos de avaliações sensitivas, porém não propõe representações visuais para auxiliar na análise deste dados.

O Ministério da Saúde disponibiliza um conjunto de painéis para o acompanhamento da evolução histórica e dos indicadores da hanseníase no Brasil. Os dados estão distribuídos em quatro painéis distintos. O painel de monitoramento de hanseníase [Brasil 2025b] apresenta a situação atual da doença no país comparada ao ano anterior, as principais visualizações são um mapa de casos novos da doença por Unidade Federativa (UF) e um gráfico de barras representando o número e variação percentual de casos por UF, sendo possível também visualizar a notificação de casos em até 15 anos. Estão disponíveis também gráficos de barras para análise de número de casos notificados com GIF 2 e gráficos de barras para análise do número de investigados para resistência antimicrobiana.

Os painéis de “série histórica dos indicadores de hanseníase”<sup>1</sup> e “indicadores e dados básicos de hanseníase”<sup>2</sup> apresentam dados similares, permitindo a avaliação da evolução da taxa de detecção da doença no país por meio de gráficos de linhas, gráfico de barras e também tabelas interativas. Por último, o painel de qualidade de dados<sup>3</sup> apresenta dados históricos referentes a completude e consistência das informações registradas no formulário de notificação dos casos, permitindo a avaliação dos indicadores por meio de gráfico de barras e tabelas interativas. Entretanto, nenhum desses painéis permite explorar as informações relacionadas às alterações de sensibilidade contidas nos formulários ANS, como proposto em nosso trabalho.

## 4. Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa segue as etapas previstas no *framework Nested Model for Visualization Design and Validation* [Munzner 2009, Munzner 2014], amplamente utilizado na área de visualização de dados, que define quatro camadas aninhadas que servem como etapas de construção e validação de sistemas de visualização. Neste estudo, foram conduzidas duas iterações desse processo, sendo realizada também uma avaliação dos artefatos produzidos após a etapa de implementação de cada iteração. Todas as etapas foram conduzidas seguindo protocolo aprovado no Comitê de Ética HUOC/PROCAPE (UPE), sob número CAAE 79763024.8.0000.5192.

### 4.1. Primeira Iteração

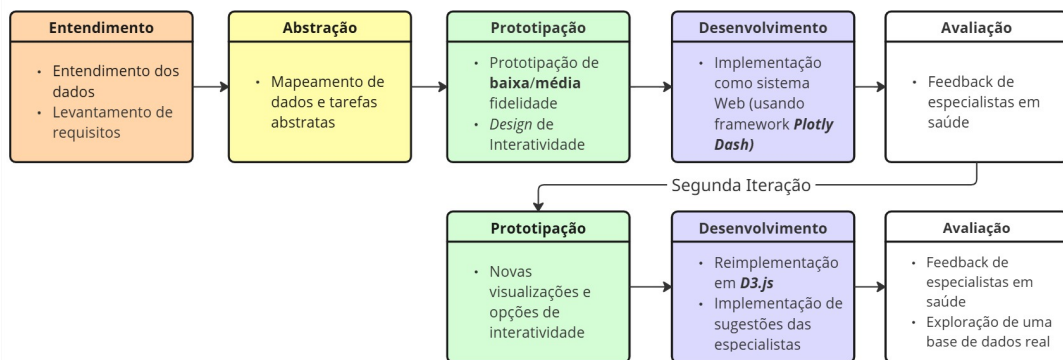
Na primeira etapa, **Caracterização do Domínio**, visa-se compreender os dados e as tarefas analíticas que os usuários realizam sobre esses dados em um domínio específico a fim de solucionar um problema. Inicialmente, a inspeção do formulário ANS e uma revisão da literatura sobre hanseníase foram necessárias para entender os dados provenientes da ANS e seus significados no domínio sob estudo. Em seguida, foi realizado o estudo de compreensão da base de dados, composta por um conjunto de formulários ANS fornecidos pelo Hospital Otávio de Freitas, unidade de referência no tratamento de hanseníase no estado de Pernambuco. Essa base de dados foi digitalizada pela equipe do projeto *hansen.ai*<sup>4</sup>. Então, foram identificados os principais atributos de interesse e, em colaboração

<sup>1</sup><https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/cnie/painel-hanseníase>

<sup>2</sup><https://indicadoreshanseníase.aids.gov.br/>

<sup>3</sup><https://inconsistenciashanseníase.aids.gov.br/>

<sup>4</sup><https://hansen.dotlabbrasil.com.br/>



**Figura 1. Metodologia utilizada, seguindo o *framework Nested Model* [Munzner 2009], em duas iterações.**

com duas pesquisadoras especialistas em hanseníase, as tarefas analíticas do domínio que as visualizações desenvolvidas deveriam atender.

Na segunda etapa, **Abstração de Dados e Tarefas**, deve-se mapear (abstrair) os dados e tarefas específicas do domínio sob investigação (identificadas na etapa anterior) a taxonomias mais genéricas de tipos de dados e operações analíticas no vocabulário da área de visualização de dados. Para atingir esse objetivo, buscou-se identificar os tipos de dados adequados e as tarefas analíticas abstratas (e.g. sumarização, correlação, filtragem) equivalentes às tarefas do domínio.

Na terceira etapa, **Prototipação de Representações Visuais e Técnicas de Interatividade**, devem ser selecionadas as codificações visuais e técnicas de interatividade adequadas para representar graficamente os dados. Desse modo, foram consideradas e prototipadas quatro codificações visuais para suportar a análise temporal, em diferentes granularidades, dos dados de avaliação de sensibilidade tátil coletados pelo formulário ANS: diagrama de Sankey, gráficos de linhas e barras empilhadas sobrepostos a contornos dos membros superiores (*body-mapped*), e gráfico de coordenadas paralelas. Estas representações foram prototipadas em baixa e média fidelidade [Maguire 2001] e os resultados avaliados e refinados iterativamente por meio de discussões com *stakeholders* do projeto, levando à escolha dos gráficos de linhas, barras empilhadas e coordenadas paralelas para implementação na etapa seguinte. Além disso, foram escolhidas também as seguintes técnicas de interatividade para manipulação destas codificações visuais: filtragem, seleção, *highlight* e *brushing*.

Por fim, na última etapa, **Implementação**, são desenvolvidos algoritmos para viabilizar as codificações visuais e técnicas de interatividades escolhidas. As visualizações foram implementadas como um sistema *web* no formato de painel analítico (*dashboard*) utilizando o *framework* Plotly Dash<sup>5</sup>, que oferece diversas opções de representações visuais com razoável suporte a customização e interatividade.

Ao final da primeira iteração, foi realizada a validação do *dashboard* com especialistas do domínio. Uma fonoaudióloga sanitária e uma enfermeira especializada em hanseníase, ambas com doutorado em suas áreas, participaram desta etapa, conduzida remotamente na plataforma *Google Meet*. De início, foram apresentadas as funcionalidades

<sup>5</sup><https://dash.plotly.com/>

do *dashboard* e, após receberem acesso à plataforma, as participantes interagiram com o sistema e compartilharam suas percepções sobre pontos positivos e possíveis melhorias, registradas em notas de campo.

## 4.2. Segunda Iteração

A partir do *feedback* recebido na primeira iteração, foi decidido realizar uma nova rodada de prototipação-desenvolvimento-avaliação. Na etapa de **Prototipação de Representações Visuais e Técnicas de Interatividade**, foram prototipados ajustes nas codificações visuais e técnicas de interatividade para atender às sugestões de melhoria sugeridas pelas especialistas em saúde durante a primeira avaliação. Entre os ajustes, foi mencionada a necessidade de caracterizar melhor dados ausentes na avaliação sensitiva (que poderiam caracterizar impossibilidade de realização da avaliação devido à presença de curativo ou apenas a inexistência de registro) e adicionar novas técnicas de interatividade: seleção por *brushing* no gráfico de coordenadas paralelas e filtragem cruzada para análise de subgrupos em todos os gráficos.

Na etapa de **Implementação**, devido a limitações técnicas encontradas no *framework Plotly Dash* quanto à customização das visualizações e criação de novas representações, o *dashboard* foi totalmente reescrito utilizando a biblioteca de visualização de dados *D3.js*<sup>6</sup>, mais robusta e flexível, o que permitiu implementar com mais precisão as visualizações e técnicas de interatividade escolhidas. Foi adotado também como *layout* da ferramenta uma estrutura de abas, implementada utilizando o *framework React*<sup>7</sup> e tecnologias *web* padrão (HTML, CSS, Javascript).

Ao final da segunda iteração, foi realizada uma nova validação do *dashboard*, também conduzida remotamente na plataforma Google Meet com as especialistas que participaram da primeira validação e utilizando a mesma base de dados real descrita na Seção 4.1. Após uma apresentação da nova versão, as especialistas receberam o *link* de acesso e interagiram com o sistema, compartilhando percepções sobre pontos positivos e possíveis melhorias, registradas em notas de campo. Após continuarem utilizando o *dashboard* durante uma semana, as participantes elaboraram um documento em que registraram *insights* extraídos a partir das visualizações, reportados na Seção 5.3.2.

## 5. Resultados

Os resultados obtidos são apresentados divididos em três grupos: requisitos identificados (Seção 5.1), representações visuais desenvolvidas (Seção 5.2), e resultados das duas etapas de validação com especialistas (Seção 5.3).

### 5.1. Requisitos identificados

A Tabela 1 descreve as tarefas de domínio identificadas através de reuniões com *stakeholders* e, conforme proposto pelo *framework* metodológico utilizado [Munzner 2009], o mapeamento das mesmas a tarefas abstratas de visualização de dados, utilizando a taxonomia de Shneiderman [Shneiderman 2003].

Estas tarefas foram utilizadas como requisitos para o desenvolvimento do *dashboard*, apresentado na próxima subseção. Além disso, podem também ser reutilizadas por outros pesquisadores que desejem construir visualizações de dados no mesmo domínio.

---

<sup>6</sup><https://d3js.org/>

<sup>7</sup><https://react.dev/>

**Tabela 1. Tarefas identificadas e relação com taxonomia de [Shneiderman 2003]**

ID	Tarefa de Domínio	Tarefa Abstrata	Componente associado
1	Analisar a distribuição dos níveis de sensibilidade tátil dos pacientes (sobre mapa corporal)	Overview, Details-on-demand, Zoom	Gráfico de barras empilhadas sobreposto a mapa corporal
2	Filtrar pacientes por dados sociodemográficos (pessoa-tempo-lugar)	Filter	Barra de filtros
3	Visualizar a evolução temporal dos níveis de sensibilidade tátil de um paciente (sobre mapa corporal)	Overview, Details-on-demand	Gráfico de linhas sobreposto a mapa corporal
4	Identificar padrões de variação dos níveis de sensibilidade tátil com suporte a múltiplos níveis de granularidade (população, paciente, subgrupos)	Overview, Filter, Details-on-demand	Gráfico de coordenadas paralelas

## 5.2. Representações Visuais

As representações visuais interativas, organizadas no formato de *dashboard*, são ilustradas na Figura 2. Na parte superior, (Figura 2 (A)), a ferramenta oferece uma barra de filtros, os quais permitem uma análise de subgrupos de pacientes por faixa etária, gênero, município de residência/UF, classificação GIF e parâmetros relacionados a unidade de saúde como código CNES, cidade e UF da unidade. Abaixo da barra de filtros, as visualizações propostas neste trabalho são organizadas em três abas (Figura 2 B-D), descritas a seguir.

A primeira aba, **Avaliação Sensitiva (Visão Agregada)** (Figura 2, B), apresenta um resumo dos resultados da avaliação sensitiva agregados por região anatômica e segundo a avaliação realizada (primeira, segunda, etc.) de todos os pacientes (ou de subgrupos, caso sejam utilizados os filtros), possibilitando a observação da distribuição espacial dos resultados em ambos os membros superiores. Para isso, usou-se um conjunto de gráficos de barras empilhadas, cada um associado espacialmente a uma região anatômica da avaliação sensitiva (*body-mapped*), onde cada barra representa a proporção de pacientes que foram classificados naquele nível de sensibilidade tátil. A paleta de cores usada no gráfico segue a mesma utilizada para mapeamento de limiares de sensibilidade tátil no instrumento de medição (estesiômetro). Ao posicionar o ponteiro do mouse sobre algum dos pontos, um gráfico de barras não-empilhado é exibido para uma visualização mais detalhada (como mostrado na Figura 2 - B, canto superior direito). Essa visualização possibilita, portanto, a identificação imediata de regiões anatômicas com sensibilidade tátil preservada ou comprometida, em diferentes graus, na n-ésima avaliação de um grupo de pacientes.

A segunda aba do *dashboard*, **Avaliação Sensitiva (Visão Por Paciente)** (Figura 2 (C)), permite visualizar a evolução da sensibilidade tátil de forma individualizada e longitudinal. A visualização utiliza o contorno das mãos como base espacial e conecta, por meio de segmentos de linha, os valores registrados nos pontos anatômicos avaliados em cada consulta de acompanhamento, formando um gráfico de linhas onde o eixo X representa o tempo e o Y representa o nível de perda de sensibilidade tátil registrado (menor para maior). As cores dos segmentos também estão de acordo com os limiares do estesiômetro, conforme ilustrado na Figura 2 (C). Ao posicionar o ponteiro do mouse



sobre algum dos segmentos do gráfico de linha, são exibidos detalhes sobre a data da avaliação.

A terceira aba, **Avaliação Sensitiva (Visão Por Região)** (Figura 2 (D)), oferece um gráfico de coordenadas paralelas com uma visão longitudinal agregada (população ou subgrupos) do perfil de comprometimento sensitivo por região anatômica ao longo das avaliações clínicas. Cada eixo vertical corresponde a uma avaliação e a variação dos níveis de sensibilidade tátil de um paciente é representada por uma linha que atravessa os eixos verticais e pode ser colorida de acordo com sexo ou classificação operacional (*paucibacilar*, PB; *multibacilar*, MB). Esta visualização oferece dois recursos de interatividade: i) *highlight*, ou seja, ao aproximar o ponteiro do mouse de uma das linhas, o paciente selecionado é destacado (e.x.: na figura, o paciente 1108 está em destaque); e ii) *brushing*, ou seja, selecionar um subgrupo com base nos níveis de sensibilidade tátil apresentados em alguma das avaliações (na Figura 2 (D) foram selecionados os pacientes que apresentaram nível de sensibilidade de 0.2gf na primeira avaliação). Desse modo, essa visualização permite o acompanhamento da progressão ou estabilização das sensibilidade tátil após o início do tratamento dos pacientes.

### 5.3. Validação

A validação das representações visuais desenvolvidas foi realizada de duas formas: *feedback* de especialistas e uso do *dashboard* para exploração de uma base de dados real.

#### 5.3.1. Feedback de especialistas

As especialistas entrevistadas avaliaram positivamente as visualizações propostas, destacando tanto o caráter intuitivo, quanto a utilidade para equipes da atenção básica e especializada da saúde. Como um dos cenários de uso, foi apontada a possibilidade da análise de racionalidade clínica e epidemiológica, capaz de orientar profissionais e gestores no direcionamento das ações voltadas ao cuidado das pessoas com hanseníase em serviços de saúde. Além disso, foi destacada a capacidade das visualizações de permitir a identificação de pontos de alteração sensitiva e variações discretas dos níveis ao longo das avaliações, auxiliando a tomada de decisão clínica e permitindo rapidamente distinguir, dentre os pacientes, quem necessita de intervenção imediata (como órteses ou encaminhamento para fisioterapia) e quem pode ser monitorado com maior intervalo.

Como pontos de melhoria, as especialistas entrevistadas sugeriram a alteração de comportamento de alguns dos seletores e rótulos utilizados e a criação de mais categorias para distinguir as possibilidades de não preenchimento da avaliação sensitiva em algum dos pontos do membro avaliado. Essa ausência de dados pode ocorrer por conta de uma lesão no local ou devido à incompletude no preenchimento da ANS no momento da avaliação do paciente. Diferenciar estes dois casos é, portanto, fundamental para gerar e acompanhar a qualidade do preenchimento do formulário ANS. Por fim, preocupações relativas à qualidade do preenchimento do formulário ANS pelos profissionais de saúde (que pode comprometer a fidedignidade dos indicadores exibidos), competências digitais dos profissionais para uso rotineiro e disponibilidade de infraestrutura mínima (conectividade e dispositivos) também foram mencionadas. Com relação às preocupações relativas ao preenchimento do formulário ANS pelos profissionais, os esforços em andamento para digitalização deste processo podem ajudar a garantir uma maior qualidade dos dados.

### 5.3.2. *Insights* obtidos a partir de uma base de dados real

Nesta seção, são descritos alguns *insights* obtidos pelas especialistas de domínio (aqui referidas como E1 e E2) a partir do uso das visualizações desenvolvidas para analisar uma base de dados real (apresentada na Seção 4).

Com relação ao gráfico agregado de distribuição de níveis de sensibilidade (Figura 2, B), foi apontado que os dados revelam os nervos mais afetados na primeira avaliação. Observou-se também que a visualização permite quantificar casos de diagnóstico tardio, ou seja, pacientes que já na primeira avaliação apresentam perda severa de sensibilidade tátil (gramatura > 300), “*indicando maior risco de incapacidade e necessidade de acompanhamento neurológico para prevenção de deformidades*”, segundo a especialista E1.

Já no caso do paciente exibido na Figura 2 (C), foi possível observar “*variações na sensibilidade tátil em diferentes regiões anatômicas [...] com acometimento importante do nervo ulnar. Entre a primeira e a última avaliação, observa-se recuperação da sensibilidade em regiões específicas [...] além de discretas melhoras dos limiares sensoriais nas demais regiões*”, de acordo com a especialista E1. A especialista E1 relatou também que a visualização permite “*monitorar a evolução da doença e suas implicações relacionadas às incapacidades físicas, subsidiando o melhor direcionamento do tratamento e incentivo às práticas de autocuidado*”.

Por fim, no gráfico de coordenadas paralelas mostrado na Figura 2 (D), de acordo com a especialista E2, é possível observar casos de “*aumento súbito na gramatura (ex.: de 0,2g para 10g (entre avaliações 3-4), sinalizando uma possível neurite aguda, o que indica a necessidade de corticoterapia para interromper o processo inflamatório, prevenindo as incapacidades [...] [e também] guiando decisões como [...] uso de proteção local (ex: luvas) para prevenir úlceras tróficas, ou uso de órteses para garantir a funcionalidade do membro atingido [...] e rastrear a resposta terapêutica à poliquimioterapia (PQT) ou corticoides, identificando pioras ao longo do tratamento, o que também pode facilitar a estratificação de risco*”.

## 6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste trabalho, foram propostas e avaliadas representações visuais interativas para análise dos dados referentes às avaliações de sensibilidade tátil dos pacientes acometidos pela hanseníase, registrados através do formulário ANS. A metodologia seguiu as etapas definidas no *framework Nested Model* [Munzner 2009], conduzidas ao longo de duas iterações, envolvendo design e avaliação da proposta com especialistas do domínio, além do uso das visualizações para analisar uma base de dados real de um hospital de referência no tratamento de hanseníase. Os resultados obtidos sugerem que as visualizações propostas podem auxiliar na tomada de decisões clínicas, assim como auxiliar gestores e profissionais de saúde no direcionamento das ações e definição de políticas públicas voltadas ao cuidado de pacientes com hanseníase.

Dentre as limitações deste trabalho, destaca-se a ausência de uma validação mais robusta envolvendo potenciais usuários finais, como gestores de saúde e outros profissionais envolvidos no cuidado dos pacientes com hanseníase (e.x., terapeutas ocupacionais).

Como trabalhos futuros, pretende-se desenvolver novas representações visuais

para análise de outros dados disponíveis no formulário ANS, como lesões, sensibilidade tátil dos membros inferiores e queixas na face. Planeja-se também realizar uma avaliação de usabilidade completa da experiência de uso da ferramenta em um ambiente real.

## 7. Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Chamada Pública nº 21/2023, e pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), processo BIC-1074-1.03/25.

## Referências

- Alves, C. J. M., Barreto, J. A., Fogagnolo, L., Contin, L. A., and Nassif, P. W. (2010). Avaliação do grau de incapacidade dos pacientes com diagnóstico de hanseníase em serviço de dermatologia do estado de são paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 43:460–461.
- Barreto, J. G., Bisanzio, D., Guimaraes, L. d. S., Spencer, J. S., Vazquez-Prokopec, G. M., Kitron, U., and Salgado, C. G. (2014). Spatial analysis spotlighting early childhood leprosy transmission in a hyperendemic municipality of the brazilian amazon region. *PLoS neglected tropical diseases*, 8(2):e2665.
- Bäuerle, A., van Onzenoodt, C., der Kinderen, S., Westberg, J. J., Jönsson, D., and Ropinski, T. (2022). Where did my lines go? visualizing missing data in parallel coordinates. In *Computer Graphics Forum*, volume 41, pages 235–246. Wiley Online Library.
- Brasil (2024). Ministério da saúde. estratégia nacional para enfrentamento à hanseníase 2024-2030. <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/hansenise/estrategia-nacional-para-enfrentamento-a-hansenise-2024-2030/>.
- Brasil (2025a). Ministério da saúde. aplicativo criado pelo Ministério da Saúde vai auxiliar profissionais de saúde no cuidado a pessoas com hanseníase. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2025/janeiro/aplicativo-criado-pelo-ministerio-da-saude-vai-auxiliar-profissionais-de-saude-no-cuidado-a-pessoas-com-hansenise>.
- Brasil (2025b). Ministério da saúde. novo painel de hanseníase vai fortalecer vigilância e combate à doença no país. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2025/fevereiro/novo-painel-de-hansenise-vai-fortalecer-vigilancia-e-combate-a-doenca-no-pais>.
- Brasil (2026). Ministério da saúde. hanseníase. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/h/hansenise/>.
- Carroll, L. N., Au, A. P., Detwiler, L. T., Fu, T.-c., Painter, I. S., and Abernethy, N. F. (2014). Visualization and analytics tools for infectious disease epidemiology: A systematic review. *Journal of Biomedical Informatics*, 51:287–298.
- Cramer, E., Ziadni, M., Scherrer, K. H., Mackey, S., and Kao, M.-C. (2022). Choirbm: An r package for exploratory data analysis and interactive visualization of pain patient body map data. *PLoS computational biology*, 18(10):e1010496.

- Jung, M., Cho, Y., Kim, J., Kim, H., and Kim, K. (2024). Bodily sensation map vs. bodily motion map: Visualizing and analyzing emotional body motions. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 15(3):1649–1658.
- Kim, D., Cánovas-Segura, B., Campos, M., and Juarez, J. M. (2024). Visualization of Spatial–Temporal Epidemiological Data: A Scoping Review. *Technologies*, 12(3):31. Number: 3.
- Maguire, M. (2001). Methods to support human-centred design. *International journal of human-computer studies*, 55(4):587–634.
- Mendes, M. (2025). Pernambuco registra mais de 1.500 casos de hanseníase em 2024 | Local. *Diário de Pernambuco*.
- Muhaba, E. S., Geneti, S. A., Melka, D., and Mohammed Abdu, S. (2025). Prevalence, patterns and determinants of peripheral neuropathy among leprosy patients in northeast ethiopia: A retrospective study. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 19(3):e0012944.
- Munzner, T. (2009). A nested model for visualization design and validation. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 15(6):921–928.
- Munzner, T. (2014). *Visualization Analysis and Design*. AK Peters Visualization Series. CRC Press.
- Ortuño-Gutiérrez, N., Mzembaba, A., Ramboarina, S., Andriamira, R., Baco, A., Braet, S., Younoussa, A., Cauchoix, B., Salim, Z., Amidy, M., et al. (2021). Exploring clustering of leprosy in the comoros and madagascar: A geospatial analysis. *International Journal of Infectious Diseases*, 108:96–101.
- Queiroz, J. W., Dias, G. H., Nobre, M. L., Dias, M. C. D. S., Araújo, S. F., Barbosa, J. D., da Trindade-Neto, P. B., Blackwell, J. M., and Jeronimo, S. M. (2010). Geographic information systems and applied spatial statistics are efficient tools to study hansen’s disease (leprosy) and to determine areas of greater risk of disease. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 82(2):306.
- Reynolds, H. M., Dunbar, P. R., Uren, R. F., Thompson, J. F., and Smith, N. P. (2007). Mapping melanoma lymphoscintigraphy data onto a 3d anatomically based model. *Annals of Biomedical Engineering*, 35(8):1444–1457.
- Shneiderman, B. (2003). The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In *The craft of information visualization*, pages 364–371. Elsevier.
- Taal, A. T., Barreto, J. G., Santos de Sousa, G. d., Da Rocha, A. M., Lima Ferreira, N., Menezes da Silva, J., Hinders, D., Van Brakel, W., Richardus, J., and Blok, D. (2023). The geographical distribution and socioeconomic risk factors of covid-19, tuberculosis and leprosy in fortaleza, brazil. *BMC Infectious Diseases*, 23(1):662.
- Taal, A. T., Garg, A., Lisam, S., Agarwal, A., Barreto, J. G., van Brakel, W. H., Richardus, J. H., and Blok, D. J. (2022). Identifying clusters of leprosy patients in india: A comparison of methods. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(12):e0010972.
- Tan, X., Suo, X., Li, W., Bi, L., and Yao, F. (2025). Data visualization in healthcare and medicine: a survey. *The Visual Computer*, 41(5):3037–3058.