

# O USO DO GEO360 NO MAPEAMENTO DE PACIENTES COM DOENÇA DE CHAGAS EM LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ: UM ESTUDO DE CASO

## *The Use of Geo360 in Mapping Chagas Disease Patients in Limoeiro do Norte, Ceará: A Case Study*

**Victor dos Santos Marotta**  
**Topocart Topografia Engenharia e**  
**Aerolevantamentos**  
Departamento de TI – Produção  
victor.santos@topocart.com.br

**Givanildo José Silva**  
**Topocart Topografia Engenharia e**  
**Aerolevantamentos**  
Diretoria de Cartografia  
gil@topocart.com.br

**Luciane Siqueira Fernandes**  
**Topocart Topografia Engenharia e**  
**Aerolevantamentos**  
Departamento de TI – Produção  
luciane@topocart.com.br

**Maicon Rodrigues de Oliveira**  
**Topocart Topografia Engenharia e**  
**Aerolevantamentos**  
Diretoria de Cartografia  
maicon@topocart.com.br

**Renato de Barros Arruda**  
**Topocart Topografia Engenharia e**  
**Aerolevantamentos**  
Diretoria de Cartografia  
renato.barros@topocart.com.br

### **Resumo:**

Este estudo de caso examina a aplicação do sistema de geoprocessamento Geo360 no mapeamento de pacientes com doença de Chagas no município de Limoeiro do Norte, no Ceará. A implementação do Geo360 permitiu o georreferenciamento preciso dos pacientes, integrando os dados coletados no Cadastro Territorial Multifinalitário do município. Os resultados revelaram padrões de distribuição espacial da doença, facilitando a identificação de áreas de maior risco e a alocação otimizada de recursos de saúde pública. Além disso, o estudo aborda os desafios enfrentados durante o processo, como a integração de dados antigos e a falta de pessoal especializado, bem como as lições aprendidas e recomendações para futuras aplicações do Geo360 em outras áreas da saúde pública.

**Palavras-chave:** Geo360, geoprocessamento, doença de Chagas, saúde pública, mapeamento, Limoeiro do Norte

### **Abstract:**

This case study examines the application of the Geo360 geoprocessing system in mapping Chagas disease patients in the municipality of Limoeiro do Norte, in Ceará. The implementation of Geo360 enabled precise georeferencing of patients by integrating data collected in the municipality's Multifunctional Territorial Cadastre. The results revealed spatial distribution patterns of the disease, facilitating the identification of high-risk areas and the optimized allocation of public health resources. Additionally, the study addresses challenges faced during the process, such as the integration of old data and the lack of specialized personnel, as well as the lessons learned and recommendations for future applications of Geo360 in other public health areas.

**Keywords:** Geo360, geoprocessing, Chagas disease, public health, mapping, Limoeiro do Norte

## **1. INTRODUÇÃO**

O mapeamento de doenças endêmicas em nível municipal é uma ferramenta essencial para a gestão eficaz da saúde pública. No Brasil, a doença de Chagas, causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi*, permanece como um desafio significativo para as autoridades de saúde, especialmente em áreas rurais e municípios de pequeno e médio porte. A identificação precisa dos focos da doença, associada a uma gestão territorial eficaz, permite que os gestores de saúde direcionem recursos e intervenções de maneira mais assertiva, contribuindo para a prevenção e controle da doença.

O município de Limoeiro do Norte, localizado no estado do Ceará, enfrentava dificuldades para mapear e monitorar os casos de doença de Chagas. A ausência de um sistema georreferenciado adequado dificultava a visualização da distribuição espacial dos pacientes e a associação dos mesmos com as Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município. Com o objetivo de superar essas limitações, a prefeitura de Limoeiro do Norte implementou o sistema de geoprocessamento Geo360.

O Geo360 é uma plataforma de geoprocessamento colaborativa desenvolvida pela Topocart, projetada para suportar uma ampla gama de aplicações em gestão territorial. O sistema é composto por diversos módulos que atendem a diferentes setores da administração pública, como saúde, educação, assistência social, finanças, meio ambiente e infraestrutura. Em Limoeiro do Norte, o Geo360 foi implementado a partir do projeto de Cadastro Territorial Multifinalitário, servindo como uma base sólida para o mapeamento sistemático dos pacientes com doença de Chagas. Suas principais funcionalidades incluem um ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), um aplicativo coletor de dados de campo, e um portal público para a visualização e consulta de informações georreferenciadas.

O objetivo central deste estudo de caso é analisar a aplicação do Geo360 no mapeamento sistemático dos pacientes com doença de Chagas em Limoeiro do Norte. Este processo envolveu o georreferenciamento dos pacientes a partir dos dados coletados no Cadastro Territorial Multifinalitário e a visualização dos focos da doença em mapas digitais, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos de saúde e a elaboração de estratégias de intervenção mais direcionadas.

Além disso, a prefeitura tinha como objetivo apresentar os resultados deste mapeamento não apenas para os gestores de saúde, mas também para outras secretarias municipais e para a população em geral. Para isso, foi desenvolvido o

projeto "Expresso Chagas", que buscava conscientizar as comunidades sobre a doença, utilizando os mapas gerados pelo Geo360 como ferramenta de comunicação. Este artigo discute os desafios e resultados desse processo, bem como as lições aprendidas para futuras aplicações do Geo360 em outras áreas de saúde pública.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem revolucionado o campo da saúde pública ao fornecer ferramentas poderosas para a análise espacial de dados de saúde. Os SIGs permitem que os profissionais de saúde mapeiem a distribuição de doenças, identifiquem áreas de risco e planejem intervenções mais eficazes. A capacidade de integrar dados geográficos com informações epidemiológicas e demográficas proporciona uma visão mais completa e detalhada do ambiente de saúde, facilitando a tomada de decisões informadas.

De acordo com Longley et al. (2015), os SIGs são essenciais para entender os padrões espaciais das doenças e como fatores ambientais e socioeconômicos contribuem para a propagação de enfermidades. Eles permitem a visualização de dados complexos em mapas de fácil interpretação, o que é particularmente útil para gestores de saúde e tomadores de decisão.

Burrough e McDonnell (1998) destacam que os SIGs não apenas ajudam na visualização de dados, mas também na modelagem espacial, que pode prever a propagação de doenças com base em variáveis geográficas e ambientais. Isso tem sido particularmente importante em regiões onde a coleta de dados de saúde é desafiadora, permitindo uma análise preditiva que pode orientar intervenções preventivas.

Clarke (2003) enfatiza a importância do SIG na saúde pública para o planejamento e resposta a emergências, como a identificação de áreas vulneráveis a surtos de doenças e a alocação otimizada de recursos médicos. O autor observa que o SIG pode ser integrado com dados de censos, registros de saúde e dados ambientais, oferecendo uma plataforma abrangente para a análise e gestão da saúde pública.

A doença de Chagas, uma enfermidade endêmica em várias regiões da América Latina, tem sido um dos focos de aplicação dos SIGs na saúde pública. A identificação dos vetores (triatomíneos) e a distribuição geográfica dos casos humanos são cruciais para o controle e prevenção da doença. Como apontado por Heywood, Cornelius, e Carver (2011), os SIGs permitem a análise detalhada dos dados espaciais relacionados aos vetores e sua correlação com os casos reportados, proporcionando uma ferramenta indispensável para as campanhas de controle.

Chrisman (2002) reforça que o SIG pode ser utilizado para combinar dados de diferentes fontes, como censos populacionais e estudos de campo sobre a presença de vetores, para mapear as áreas de maior risco e orientar as intervenções de saúde pública. A aplicação desses sistemas no contexto da doença de Chagas tem permitido uma resposta mais direcionada e eficaz, reduzindo a incidência da doença em áreas previamente afetadas.

Longley, Goodchild, Maguire, e Rhind (2015) também destacam que o uso de SIGs em doenças tropicais, como a doença de Chagas, ajuda na modelagem de distribuição espacial de vetores, permitindo a identificação de "hotspots" e a

priorização das áreas para intervenções. Essa abordagem não apenas melhora a eficiência das campanhas de controle, mas também contribui para uma melhor compreensão da epidemiologia da doença.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Implementação do Sistema Geo360

A implementação do sistema de geoprocessamento Geo360 em Limoeiro do Norte foi realizada como parte de um esforço conjunto entre a prefeitura municipal e a Topocart, responsável pelo desenvolvimento e suporte da plataforma. A escolha do Geo360 foi motivada pela sua capacidade de integrar diferentes fontes de dados e pela sua flexibilidade em atender às necessidades específicas de mapeamento e gestão territorial no município.

O processo de implementação iniciou-se com a integração do Geo360 ao Cadastro Territorial Multifinalitário do município. Esse cadastro, que inclui informações detalhadas sobre imóveis, ruas e bairros, serviu como base para o georreferenciamento dos pacientes com doença de Chagas. O Geo360 foi configurado para permitir a coleta de dados em campo, o armazenamento centralizado das informações geográficas e a visualização e análise desses dados em ambiente SIG.

#### 3.2 Coleta de Dados

A coleta de dados sobre pacientes com doença de Chagas foi conduzida pelas equipes do setor de endemias da prefeitura, utilizando o aplicativo coletor do Geo360. Os dados foram obtidos através de visitas domiciliares, onde os agentes de saúde registraram as informações necessárias diretamente no sistema, incluindo o nome do paciente, endereço completo (rua, número da porta, bairro), e a UBS (Unidade Básica de Saúde) responsável.

Anteriormente, o georreferenciamento era realizado por meio de aparelhos de GPS de navegação. Com a implementação do Geo360, o processo foi aprimorado, permitindo o georreferenciamento direto no momento da coleta de dados. Isso garantiu uma maior precisão e facilitou a integração dos dados com a malha territorial do município.

O estudo mapeou um total de 133 pacientes com doença de Chagas no município de Limoeiro do Norte, Ceará, distribuídos por todo o território municipal. A maior concentração de casos foi registrada na área urbana, com a distribuição espacial dos pacientes apoiada na localização das Unidades Básicas de Saúde (UBS). Os dados foram coletados ao longo de 2023, refletindo a situação atual da prevalência da doença no município. O mapeamento permitiu identificar regiões de maior risco, facilitando a alocação mais eficiente dos recursos de saúde pública.

#### 3.3 Integração com a Malha Territorial

Os dados coletados foram integrados à malha de lotes do Cadastro Territorial Multifinalitário, o que permitiu um endereçamento mais preciso dos pacientes. Essa integração foi essencial para associar os dados de saúde à geografia física do município, facilitando a análise espacial dos casos de doença de Chagas. A malha de lotes, que contém informações detalhadas sobre os

limites das propriedades e a estrutura viária do município, serviu como referência para o posicionamento dos pacientes no mapa.

Apesar dos avanços nos últimos 7 anos, ainda é necessário definir a delimitação das áreas das comunidades para aprimorar a malha territorial. Esse mapeamento é essencial, pois as secretarias de Endemias e Saúde utilizam a nomenclatura das comunidades em seus documentos. Integrar essas áreas à malha territorial seria de grande utilidade para uma gestão mais eficiente e precisa.

### **3.4 Processo de Georreferenciamento**

O georreferenciamento dos pacientes foi realizado utilizando as coordenadas geográficas coletadas no campo, que foram integradas diretamente ao Geo360. O sistema permitiu a conversão automática dos endereços em coordenadas precisas, que foram então mapeadas em relação às Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município. A configuração do Geo360 também permitiu a visualização desses dados em diferentes camadas, facilitando a análise e a identificação de padrões espaciais.

### **3.5 Análise da Distribuição dos Pacientes nas UBS**

A análise da distribuição dos pacientes com doença de Chagas em relação às UBS foi realizada utilizando as funcionalidades de análise espacial do Geo360. Embora as áreas de abrangência das UBS não estivessem inicialmente mapeadas, o Geo360 forneceu as ferramentas necessárias para que a equipe de endemias e os técnicos da Secretaria de Saúde delimitassem essas regiões no sistema durante o processo. Essa integração permitiu associar facilmente os pacientes às suas respectivas unidades de saúde.

A análise considerou fatores como proximidade geográfica e o número de casos por UBS, ajudando a identificar áreas com maior concentração de pacientes e possibilitando um planejamento mais eficaz das ações de saúde.

### **3.6 Publicação e Divulgação dos Resultados**

Embora o portal do Geo360 permita a publicação dos dados para acesso público, a decisão foi de manter os resultados disponíveis apenas dentro da Secretaria de Saúde do município, devido à sensibilidade das informações. Os resultados foram apresentados em um congresso de saúde pública, onde a importância do mapeamento foi destacada, e o feedback dos gestores de saúde foi positivo, levando à ampliação do uso do Geo360 para outras iniciativas de mapeamento.

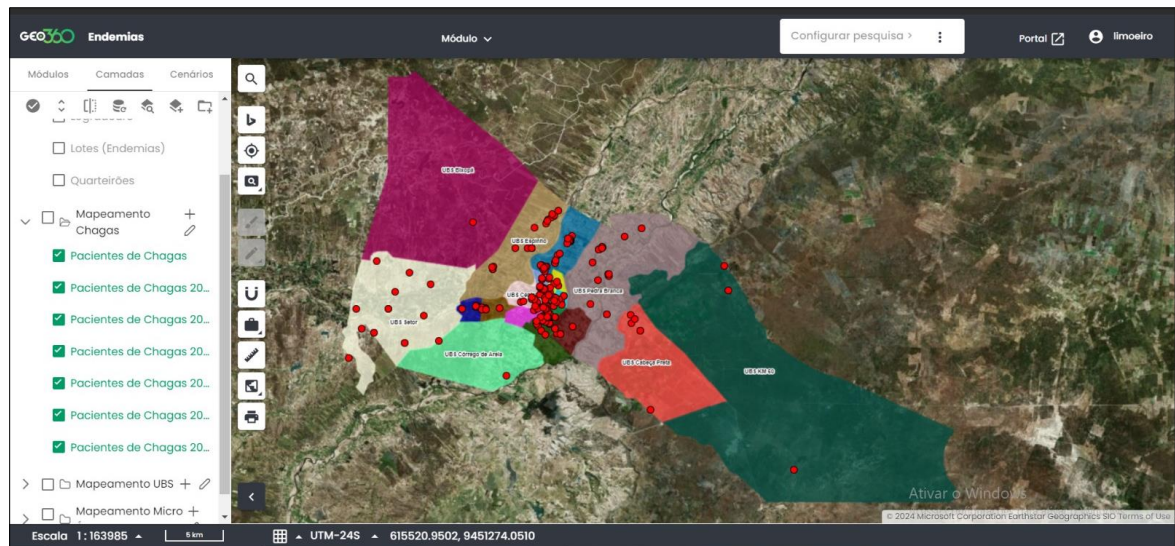
## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Mapeamento dos Focos da Doença de Chagas**

A implementação do Geo360 em Limoeiro do Norte resultou na criação de um mapeamento detalhado dos pacientes diagnosticados com doença de Chagas. Os dados georreferenciados permitiram a visualização clara dos focos da doença em todo o município, destacando áreas com maior concentração de casos. As análises revelaram que a maioria dos pacientes estava concentrada em regiões específicas, correspondendo a áreas de menor infraestrutura e maior vulnerabilidade socioeconômica.

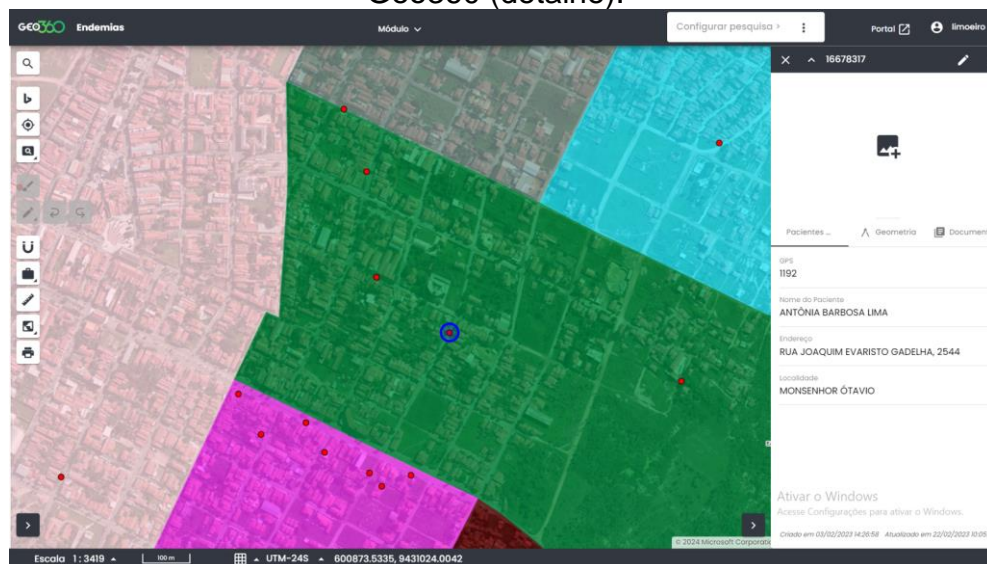
Os mapas gerados pelo Geo360 possibilitaram identificar padrões de distribuição espacial que antes não eram evidentes nos registros em papel ou nas planilhas utilizadas pelo setor de endemias. Além disso, a associação dos dados dos pacientes com as Unidades Básicas de Saúde (UBS) revelou discrepâncias na distribuição dos casos entre as diferentes áreas de abrangência das UBS, o que levou à reavaliação das estratégias de monitoramento e intervenção.

Figura 1 – Espacialização dos casos de Chagas em Limoeiro do Norte no Geo360.



Fonte: Os autores.

Figura 2 – Espacialização dos casos de Chagas em Limoeiro do Norte no Geo360 (detalhe).



Fonte: Os autores.

## 4.2 Impacto na Gestão de Saúde Pública

Os resultados do mapeamento tiveram um impacto significativo na gestão de saúde pública em Limoeiro do Norte. A visualização dos focos da doença de Chagas no município permitiu que os gestores de saúde direcionassem os

recursos de maneira mais eficiente, concentrando esforços nas áreas de maior necessidade. Esse direcionamento resultou em uma alocação mais eficaz dos agentes de saúde e na priorização das visitas domiciliares nas regiões com maior concentração de casos.

Adicionalmente, o mapeamento contribuiu para o planejamento de novas ações de combate à doença, como campanhas de conscientização e o reforço das atividades

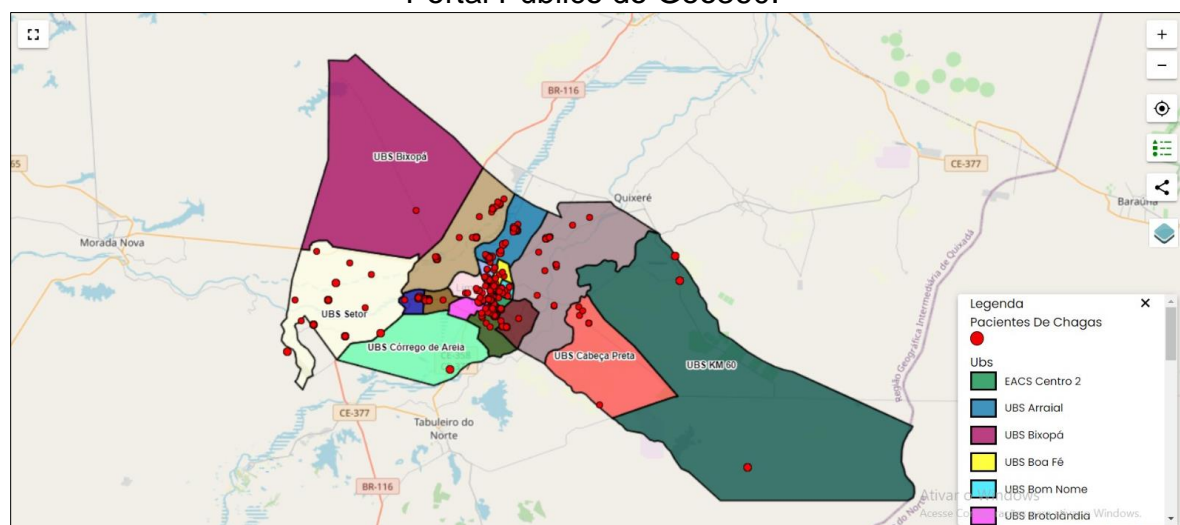
de vigilância epidemiológica. A análise dos dados espaciais também auxiliou na identificação de áreas que necessitavam de maior cobertura por parte das UBS, o que levou à reorganização das microáreas de saúde e ao planejamento de novos processos seletivos para contratação de agentes de saúde.

Esse processo incentivou um uso mais amplo do sistema Geo360, permitindo à prefeitura explorar outras possíveis aplicações e informações que poderiam auxiliar nos diagnósticos. Como parte desse esforço, a Secretaria começou a digitalizar sua base cartográfica, anteriormente representada por mapas em papel com numerações de quarteirões e detalhes como a presença de caixas d'água cobertas ou descobertas e a existência de animais de estimação.

### 4.3 Expresso Chagas: Conscientização e Educação

Um dos principais objetivos da implementação do Geo360 foi a criação do projeto "Expresso Chagas", que visava conscientizar as comunidades sobre a doença de Chagas utilizando os mapas gerados como ferramenta educativa. Embora o portal público do Geo360 não tenha sido disponibilizado à população geral devido à sensibilidade dos dados, os resultados foram apresentados em encontros comunitários e reuniões com líderes locais, onde os mapas foram utilizados para demonstrar os focos da doença e a importância das medidas de prevenção.

Figura 3 – Espacialização dos casos de Chagas em Limoeiro do Norte no Portal Público do Geo360.



Fonte: Os autores.

A reação das comunidades foi positiva, com maior engajamento nas atividades de prevenção e controle da doença após as apresentações. O projeto "Expresso Chagas" também serviu como modelo para outras iniciativas de saúde

pública no município, incentivando a utilização de ferramentas de geoprocessamento para abordar outras questões de saúde.

#### **4.4 Feedback dos Gestores de Saúde**

A apresentação dos resultados em um congresso de saúde pública foi um marco importante para o projeto, onde o trabalho foi reconhecido pela sua inovação e eficácia. O feedback dos gestores de saúde foi amplamente positivo, destacando a importância do mapeamento para a melhoria da gestão da saúde pública em Limoeiro do Norte. Como resultado, o uso do Geo360 foi expandido para outros projetos de saúde, incluindo o mapeamento de novas endemias e a densificação de dados específicos para futuras análises.

Além disso, a experiência adquirida durante o projeto levou à adoção de uma abordagem mais sistemática na coleta e análise de dados geoespaciais no município, promovendo uma cultura de uso de SIG na gestão pública local.

### **5. DISCUSSAO**

#### **5.1 Eficácia do Uso do Geo360 no Mapeamento de Saúde**

O uso do Geo360 para o mapeamento de pacientes com doença de Chagas em Limoeiro do Norte demonstrou ser uma ferramenta poderosa para a gestão de saúde pública. A capacidade do sistema de integrar diferentes fontes de dados e georreferenciar informações de saúde de forma precisa permitiu uma análise espacial que antes era inviável com as metodologias tradicionais utilizadas pelo município. Os resultados mostraram que o Geo360 não apenas facilitou a visualização dos focos da doença, mas também proporcionou uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas, direcionando ações de saúde para áreas de maior necessidade.

A visualização dos dados em um ambiente SIG permitiu que os gestores de saúde identificassem padrões de distribuição que não eram evidentes nos registros em papel. Esse avanço possibilitou uma alocação mais eficiente dos recursos e uma resposta mais ágil às áreas mais afetadas. No entanto, a eficácia do Geo360 dependeu fortemente da qualidade dos dados coletados em campo e da capacitação das equipes envolvidas no projeto, evidenciando a importância de um treinamento adequado e de um processo rigoroso de coleta de dados.

#### **5.2 Desafios Enfrentados na Implementação**

Apesar dos benefícios, a implementação do Geo360 em Limoeiro do Norte enfrentou desafios significativos. Um dos principais desafios foi a integração dos dados antigos, que já haviam sido coletados de forma não georreferenciada, com os novos dados coletados via Geo360. A reconciliação dessas duas bases de dados exigiu esforços adicionais e a utilização de métodos de correspondência entre endereços e coordenadas geográficas, o que poderia ter introduzido erros na localização dos pacientes.

Outro desafio importante foi a falta de pessoal especializado nas secretarias municipais para operar o sistema e realizar as análises geoespaciais. Embora o Geo360 ofereça uma interface amigável, a complexidade das análises exigia um nível de conhecimento técnico que nem todos os membros da equipe possuíam. Essa limitação foi parcialmente superada através de treinamentos oferecidos pela

Topocart, mas evidenciou a necessidade de investimentos contínuos na capacitação dos profissionais.

### 5.3 Lições Aprendidas e Recomendações

O projeto em Limoeiro do Norte ofereceu várias lições importantes para futuros esforços de mapeamento em saúde pública. Em primeiro lugar, a integração de tecnologias de geoprocessamento como o Geo360 pode transformar significativamente a maneira como os dados de saúde são analisados e utilizados para a tomada de decisões. No entanto, para maximizar esses benefícios, é essencial que as equipes envolvidas sejam devidamente treinadas e que os processos de coleta de dados sejam rigorosamente seguidos.

Ademais, a experiência de Limoeiro do Norte destaca a importância de um planejamento cuidadoso na integração de dados antigos e novos. Métodos padronizados para correspondência de dados e georreferenciamento devem ser estabelecidos desde o início do projeto para evitar discrepâncias que possam comprometer a qualidade das análises.

Finalmente, o estudo sugere que a comunicação dos resultados do mapeamento deve ser planejada de forma a equilibrar a necessidade de privacidade com a necessidade de transparência e engajamento comunitário. A disponibilização dos dados de forma anonimizada pode ser uma solução viável para garantir que o público em geral possa se beneficiar das informações sem comprometer a privacidade dos indivíduos.

### 5.4 Expansão e Futuras Aplicações

Com base no sucesso do projeto em Limoeiro do Norte, há um forte argumento para expandir o uso do Geo360 para outras áreas de saúde pública e para outros municípios. A plataforma demonstrou ser adaptável a diferentes contextos e suas funcionalidades podem ser aplicadas para o mapeamento de outras endemias, bem como para o planejamento de intervenções em saúde.

Além disso, o uso de geotecnologias no contexto da saúde pública pode ser ampliado para incluir a modelagem preditiva de surtos de doenças, utilizando dados ambientais e sociais para antecipar áreas de risco. Esse tipo de abordagem poderia ser particularmente útil em regiões onde a coleta de dados em campo é mais desafiadora.

## 6. CONCLUSÃO

A implementação do sistema de geoprocessamento Geo360 em Limoeiro do Norte, no Ceará, para o mapeamento de pacientes com doença de Chagas, demonstrou ser uma estratégia eficaz para melhorar a gestão de saúde pública no município. O sistema permitiu a criação de mapas detalhados que revelaram padrões de distribuição da doença antes invisíveis, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas e a alocação eficiente de recursos.

Os resultados alcançados com o uso do Geo360 destacam a importância do geoprocessamento como ferramenta fundamental na saúde pública, especialmente em contextos onde a precisão e a integração de dados espaciais são cruciais para o sucesso das intervenções. A capacidade do sistema de integrar múltiplas fontes de dados e de georreferenciar informações de saúde em tempo real foi essencial para o sucesso do projeto, permitindo que os gestores de saúde direcionassem suas ações para as áreas de maior necessidade.

No entanto, o estudo também identificou desafios significativos, como a necessidade de reconciliação de dados antigos e novos, e a falta de pessoal especializado para operar o sistema. Esses desafios ressaltam a importância de um planejamento cuidadoso e de investimentos contínuos em capacitação e treinamento de equipe para garantir o sucesso de projetos semelhantes no futuro.

O projeto "Expresso Chagas" mostrou-se como uma iniciativa valiosa para conscientizar a população sobre a doença de Chagas, utilizando os mapas gerados como ferramentas educativas. Embora o portal público não tenha sido utilizado devido à sensibilidade dos dados, o impacto positivo nas comunidades e o feedback dos gestores de saúde indicam que há um potencial significativo para expandir o uso do Geo360 em outras áreas e em outros municípios.

Futuramente, a expansão do uso do Geo360 para outras endemias e regiões pode contribuir para um monitoramento mais abrangente e uma resposta mais rápida a desafios de saúde pública. Além disso, a exploração de técnicas complementares, como a modelagem preditiva e o uso de dados ambientais, pode ampliar ainda mais o alcance e a eficácia do geoprocessamento na gestão da saúde.

Em suma, o estudo de caso em Limoeiro do Norte oferece evidências claras dos benefícios do uso de geotecnologias na saúde pública, mas também aponta para a necessidade de abordagens sistemáticas e bem planejadas para superar os desafios inerentes à implementação dessas tecnologias em ambientes municipais. A experiência adquirida deve servir como base para a replicação e adaptação do modelo em diferentes contextos, contribuindo para a melhoria contínua da saúde pública no Brasil.

## Referências

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. ***Principles of Geographical Information Systems***. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CHRISMAN, N. ***Exploring Geographic Information Systems***. New York: John Wiley & Sons, 2002.

CLARKE, K. C. ***Getting Started with Geographic Information Systems***. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003.

HEYWOOD, I.; CORNELIUS, S.; CARVER, S. ***An Introduction to Geographical Information Systems***. 4. ed. Harlow: Pearson Education, 2011.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. ***Geographic Information Systems and Scie***