

Um Sistema WebGIS para auxiliar a organização da leitura do consumo em distribuidoras de energia

Anderson S. Fonseca¹, Victor H. B. de Lemos¹, Mayara G. Silva¹, Pedro H. C. Viera¹,
Petterson S. Diniz¹, Robert D. Santos¹, Italo Francyles¹,
Daniel L. Gomes¹, João D. S. de Almeida¹, Geraldo B. Junior¹,
Aristofanes C. Silva¹, Anselmo C. de Paiva¹, Italo F. S. da Silva²,
Lucas de P. A. Pinheiro², Eliana M. G. Monteiro², Lucas A. Santos²

¹Núcleo de Computação Aplicada (NCA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Caixa Postal 65.085-580 – São Luís – MA – Brazil,

²Equatorial Energia, Companhia Energética do Maranhão, São Luís-MA, Brasil
{andsfonseca,victorhbl12,mayara,pedrocarvalho,petterson.diniz,robert,francyles}@nca.ufma.br,
jdallyson@ufma.br, ge.braz@gmail.com, ari@dee.ufma.br, paiva@deinf.ufma.br,
{italo.silva,lucas.pinheiro,liana.monteiro,lucas.santos}@cemar-ma.com.br

Abstract. *This article presents an interactive proposal for improvement of Consumer Units Measurement Planning task in the electricity companies of Maranhão and Pará. This planning involves the creation of two level of groups, known as reading steps, and its subgroups, known as reading units. This work presents a webGIS system that uses georeferenced data and allows to company's operators the group creation through an interactive and collaborative approach.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma proposta interativa para a melhoria da tarefa de planejamento de leitura de unidades consumidoras das empresas de energia elétrica do Maranhão e Pará. Este planejamento envolve a criação de dois níveis de grupos de leitura, denominados etapas de leitura, e os subgrupos de cada etapa, conhecidos como unidades de leitura. O presente trabalho apresenta um sistema webGIS que utiliza dados georreferenciados e permite aos operadores da empresa a criação dos grupos através de uma abordagem interativa e colaborativa.*

1. Introdução

No Brasil, as empresas de distribuição de energia elétrica devem obedecer regulamentações da Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL 2010]. As regulamentações definem, por exemplo, os intervalos permitidos de movimentação entre cobranças ao usuário consumidor.

Nesse contexto, há o processo de organização das leituras de consumo de instalações. No estado do Maranhão, por exemplo, trata-se de milhões de instalações a serem lidas e faturadas a cada mês.

A Companhia Energética do Maranhão (CEMAR) e as Centrais Elétricas do Pará (CELPA) utilizam o conceito de Etapas e Unidades de Leitura (UL). As etapas são grupos que representam os dias de leitura da companhia, enquanto as ULs são subdivisões de uma etapa específica, ou seja, são grupos menores contendo algumas das instalações daquela etapa e subdividem o trabalho entre leituristas diferentes em um dia de trabalho.

Por essa razão, faz-se necessário o planejamento adequado para a realização das tarefas de medição e entrega de faturas. Neste contexto, a presente proposta pretende facilitar o trabalho dos analistas que geram os Planos de Leitura e possibilitar uma organização sistemática desse problema.

2. Planejamento de leitura

A atividade de planejamento de leitura para a criação dos grupos de leitura consiste, basicamente, em dois processos: (1) a criação de grupos de leitura (Etapas e Unidades de Leitura) e (2) a redistribuição dos agrupamentos de leitura.

Na CEMAR e na CELPA, o primeiro processo é usado para a criação dos agrupamentos de leitura, e o processo seguinte realiza a redistribuição e otimização dos grupos criados. A tarefa de otimização visa minimizar os custos associados ao funcionário leiturista, responsável pela medição do consumo de energia elétrica nas unidades consumidoras.

Esse problema pode ser caracterizado como um problema de Agrupamento Capacitado Multicritério [França et al. 2007]. Há ainda a possibilidade de reagrupamento [de Assis et al. 2010], sendo possível utilizar diversas abordagens. Vale ressaltar que a ferramenta proposta nesse trabalho não apresenta resultado automático, apenas organiza de forma sistemática os procedimentos realizados por operadores.

As atividades são apresentadas na Figura 1. O fluxograma mostra as atividades necessárias para a criação do Plano de Leitura. As subseções seguintes, descrevem cada um desses processos.

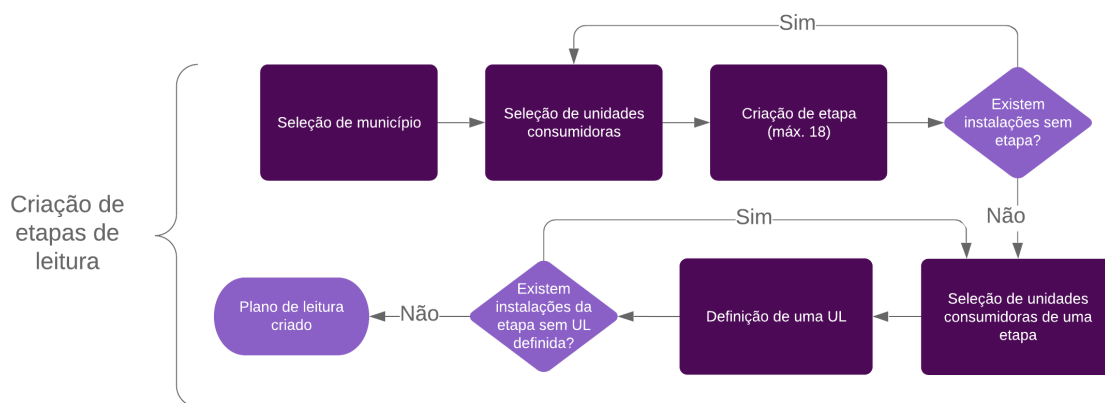


Figura 1. Fluxo da criação de Plano de Leitura.

2.1. Criação de etapas de leitura

O processo de criação das etapas e unidades de leitura resulta na definição dos trabalhos dos funcionários responsáveis pela leitura. Essa definição de etapas e ULs possui impacto no faturamento das companhias de distribuição de energia elétrica.

Uma etapa consiste em um grupo de leitura e cada grupo contém unidades consumidoras a serem faturadas no mês corrente. O processo de criação de etapas e de leitura segue as seguintes atividades:

- **Criação de etapas:** cada etapa corresponde a um dia de leitura e cada plano de leitura pode possuir no máximo 18 (dezoito) etapas;
- **Criação de ULs:** cada etapa criada no item anterior possui inicialmente uma UL, no entanto, pode ser necessário subdividir a etapa em mais ULs de acordo com a capacidade de leitura, ou seja, a quantidade de leituristas disponíveis.

2.2. Redistribuição de agrupamentos de leitura

Após a criação das etapas de leitura, pode ser necessário redistribuir ou otimizar os grupos gerados. O problema central é a quantidade de instalações em cada grupo criado e o serviço de roteamento dos operadores responsáveis pelo processo de leitura.

Dessa forma, são realizadas várias simulações de troca de unidades consumidoras entre ULs e etapas diferentes. Essas trocas buscam otimizar os grupos criados, minimizando os custos de operação e as melhorias realizadas possuem impacto no faturamento das companhias.

Esse processo de otimização é realizado manualmente, com base na experiência dos funcionários da companhia. Em geral, apesar de diversas simulações serem realizadas, não há garantias que o resultado do processo de redistribuição de agrupamentos de leitura manual seja a opção ótima.

Além disso, o trabalho realizado pelos analistas utilizam programas como Google Earth para visualização e, devido à grande quantidade de dados, essa abordagem pode ser problemática nos municípios mais populosos, como Belém-PA, que possuem grandes agrupamentos e muitas unidades consumidoras a serem visualizadas.

3. Sistema interativo para criação de Planos de Leitura

Um Sistema de Informações Geográficas (GIS) tem a habilidade de exibir informações associadas ao contexto espacial proporcionando a habilidade de integração interativa e colaborativa através de infraestrutura de internet e, dessa forma, são eficientes ao processo de tomada de decisão [Yu 2016].

Este trabalho propõe um sistema web interativo baseado na arquitetura cliente-servidor, utilizando dados georreferenciados para a localização das unidades consumidoras e possibilidade de realização de consultas topológicas.

O Sistema WebGIS desenvolvido pretende facilitar a organização do trabalho já realizado atualmente nas companhias simplificando a interação e visualização dos dados.

3.1. Tecnologias

Para a construção do sistema proposto, foram utilizadas tecnologias voltadas para o armazenamento de dados espaciais e para a visualização na infraestrutura web, descritas nas subseções seguintes.

A aplicação proposta foi desenvolvida utilizando a linguagem Asp.NET [Microsoft 2017], biblioteca de visualização de dados espaciais OpenLayers [OpenLayers 2017], frameworks Angular [Google 2018] e Entity Framework [Microsoft 2018]. Além dessas tecnologias os dados são persistidos em base de dados Oracle 12c [Oracle 2017], contendo informações espaciais associadas de cada instalação.

As tecnologias utilizadas permitem, em conjunto, a aquisição, tratamento e visualização de dados de forma interativa, de acordo com a arquitetura do sistema proposto descrita na Seção 3.2.

3.2. Arquitetura

A arquitetura do sistema é composta pela aplicação webGIS, servidor de aplicação IIS (contendo o framework IIS e Entity) e o servidor de banco dados para a realização de consultas espaciais, conforme ilustrado na na Figura 2.

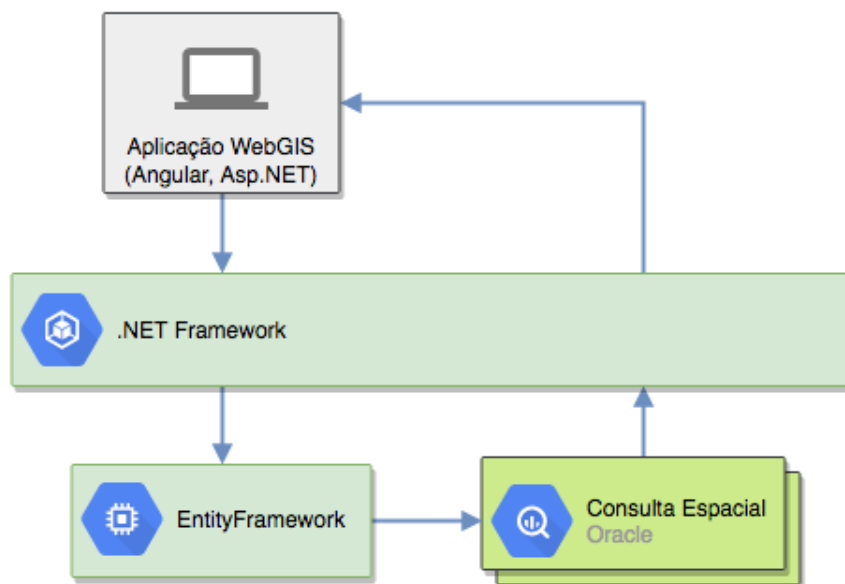


Figura 2. Arquitetura do sistema

No sistema, os clientes interagem na aplicação cliente que se comunica com o banco de dados Oracle por meio da camada de persistência do Entity Framework. Após retorno das informações processadas, são exibidas em forma de mapa, adicionando ou alterando a visualização do cliente.

A inclusão de funcionalidades e possibilidade de escalabilidade do sistema é controlada pelo framework .NET, que possibilita a integração com outras tecnologias.

4. Resultados

Toda a operacionalização do sistema é realizada através de uma interface web com dados georreferenciados. Inicialmente, são carregados os municípios e instalações presentes na companhia. Vale ressaltar que os dados utilizados neste artigo são dados de simulações.

Em seguida, o usuário pode selecionar unidades consumidoras através de ferramentas de seleção, como: mão livre, seleção em área, seleção individual, seleção de grupos já definidos, dentre outras (Figura 3).

Após a seleção de unidades consumidoras, é possível associar o conjunto de instalações selecionadas a uma UL, que está associada à sua respectiva etapa. Essas ações são realizadas até a finalização da construção do Plano de Leitura (Figura 4).

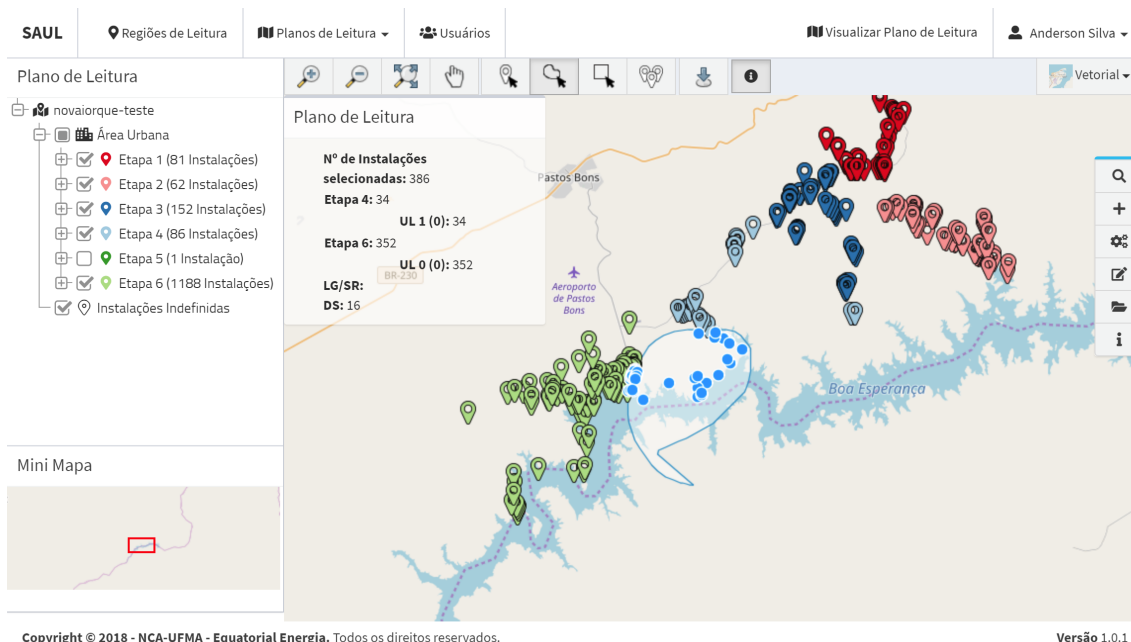


Figura 3. Seleção de Unidades Consumidoras

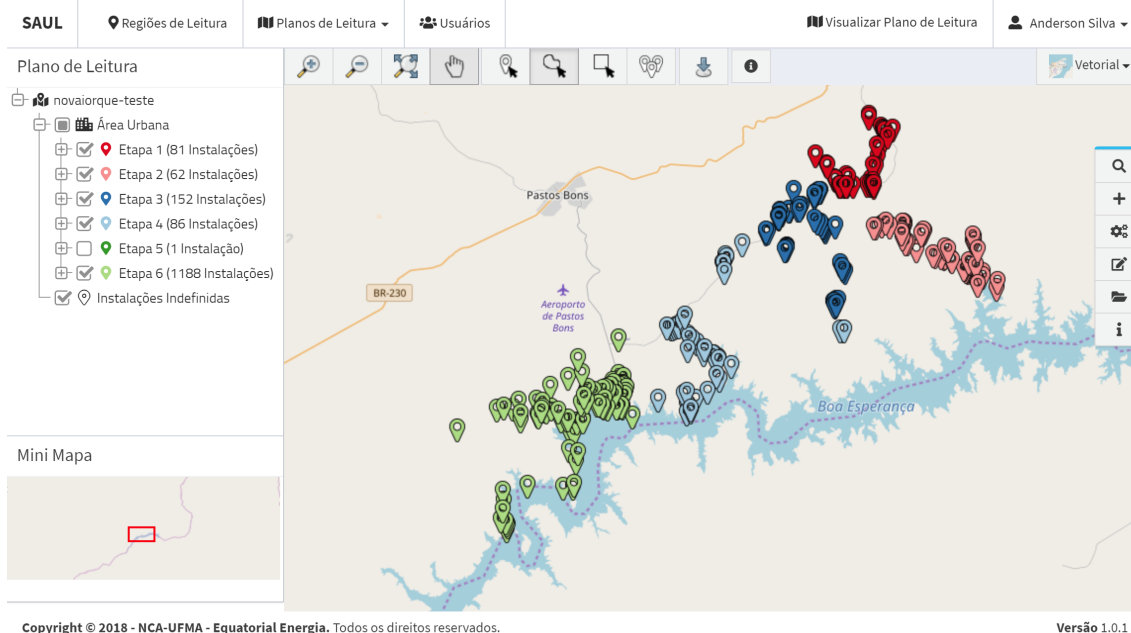


Figura 4. Visualização de um Plano de Leitura gerado.

Após definição de todo o Plano de Leitura, é possível mover instalações entre ULs e Etapas diferentes. Essa ação permite a criação de diversas simulações de leitura.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou uma proposta de sistema para a criação de etapas e unidades de leitura de acordo com o fluxo utilizado atualmente nas companhias de energia do Maranhão (CEMAR) e Pará (CELPA).

Criou-se a sistematização dos processos e atividades envolvidas, sendo que o resultado permite aos operadores a visualização de cada Plano de Leitura criado. Essa avaliação permite que seja decidido qual a melhor abordagem e qual a alteração a ser realizada no grupos existentes.

Em trabalhos futuros, pretende-se criar os gráficos de impacto, que realizam a comparação entre dois planos de leitura criados, e a evolução da ferramenta através da inclusão de algoritmos de clusterização voltados ao problema de agrupamento capacitado multicritério, visando auxiliar o processo de apoio à decisão.

Referências

- ANEEL (2010). Resolução normativa nº 414. Disponível em: www.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf. [Online; acessado em 23-10-2018].
- de Assis, L. S., França, P. M., and Usberti, F. L. (2010). Reagrupamento capacitado multicritério: Problema de redistributamento de lotes de faturamento. In *XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, pages 219–230.
- França, P. M., Garcia, V. J., Morelato, A., and Usberti, F. L. (2007). Enfoque multicritério o para o problema de redistributamento capacitado. In *XXXIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - SBPO*, pages 1–12.
- Google (2018). Angular framework. Disponível em: <https://angular.io/>. [Online; acessado em 06-04-2018].
- Microsoft (2017). Asp.net. Disponível em: <https://www.asp.net/>. [Online; acessado em 11-12-2017].
- Microsoft (2018). Entity framework. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/ef/>. [Online; acessado em 16-01-2018].
- OpenLayers (2017). Open layers. Disponível em: <https://openlayers.org/en/v4.6.5/doc/>. [Online; acessado em 02-12-2017].
- Oracle (2017). Oracle database 12c. Disponível em: www.oracle.com/us/corporate/features/database-12c/index.html. [Online; acessado em 12-12-2017].
- Yu, C. (2016). Research on emergency logistics decision support system design under data mining & webgis technology. In *2016 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data Smart City (ICITBS)*, pages 375–378.