

# Simulating Consumers Energy Profiles through Multiagent Systems

Fernanda P. Mota<sup>1</sup>, Vagner S. da Rosa<sup>2</sup>, Graçaliz P. Dimuro<sup>3</sup>, Silvia S. da C. Botelho<sup>4</sup>

*Computational Science Center- Federal University of Rio Grande*

*Av. Itália km 8 – Campus Carreiros – 96.201-900– Rio Grande – RS – Brasil*

{<sup>1</sup>nandap.mota, <sup>2</sup>vsrosa, <sup>3</sup>gracaliz, <sup>4</sup>silviacb.botelho}@gmail.com

**Abstract**— Simulation of home use of electric energy is a very powerful tool for the purpose of studying, planning and managing at electric energy distribution companies. This paper presents a NetLogo-based multi-agent system for energy consumption simulation in residential areas. Several possible consumers profiles and household appliances with different powers are modeled and simulated using computational agents. Simulation results are presented and discussed.

**Keywords**— Multiagent Systems, NetLogo, Electricity Consumption

## I. INTRODUÇÃO

O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto à capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis, eletrodomésticos e eletroeletrônicos.

Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), em maio de 2012 o consumo de energia elétrica cresceu 3,8% no Brasil em relação ao mesmo período do ano de 2011, atingindo 36.900 Gigawatts-hora (GWh) [1]. O setor residencial foi outro que teve crescimento do consumo acima da média: 4,3%. O destaque desse segmento também foi a Região Nordeste, que concentrou 36% do aumento.

No entanto, a expansão acentuada do consumo de energia elétrica, embora possa refletir o aquecimento econômico e a melhoria da qualidade de vida, possui aspectos negativos tais como: a possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia, o impacto ao meio ambiente produzido por essa atividade e os elevados investimentos exigidos na pesquisa de novas fontes e construção de novas usinas [2].

Neste sentido, o trabalho em questão envolve esforços direcionados em prover dados que auxiliam na análise deste tipo de situação, por meio das técnicas de simulação baseada em agentes e mais especificamente com suporte da ferramenta NetLogo. Deste modo, as seções a seguir, as quais demonstram mais detalhes desta proposta estão organizadas da seguinte maneira: seção 2 descreve resumidamente os aspectos conceituais sobre sistemas multiagentes e a ferramenta

NetLogo; a seção 3 demonstra o modelo inicial de simulação desenvolvido; a seção 4 relata os resultados que foram gerados pela execução do modelo e por fim, na seção 5 têm-se considerações finais e os trabalhos futuros.

## II. SISTEMAS MULTIAGENS E NETLOGO

No contexto de Inteligência Artificial, podem-se definir agentes como entidades computacionais que, inseridos em um ambiente, são capazes de perceber e atuar sobre o mesmo. Um agente computacional possui atributos como operar sob controle autônomo, perceber seu ambiente, persistir por um período de tempo, adaptar-se a mudanças e ser capaz de assumir metas [3].

Os Sistemas Multiagentes têm como principal característica a coletividade e não um indivíduo único, e desta forma, passa-se o foco para a forma de interação entre as entidades que formam o sistema e para a sua organização [4].

Existem diversos ambientes de programação que foram projetados para trabalhar-se com a modelagem baseada em agentes, contudo com diferentes vantagens conforme tabela 1.

TABELA I. COMPARAÇÃO ENTRE ALGUNS AMBIENTES DE MODELAGEM BASEADA EM AGENTES [5].

Métrica\Plataforma	Ascap	Mason	Repast	NetLogo	SWARM
Quantidade de Usuários	Baixa	Crescente	Grande	Grande	Baixa
Linguagens	Java	Java	Java Python	NetLogo	Java Objective C
Velocidade de Execução e Programação	Média	Mais Rápida	Rápida	Média	Média
Facilidade de Aprendizagem	Média	Média	Média	Média	Média
Documentação	Boa	Pouca	Pouca	Muita	Boa

Neste trabalho optou-se pela ferramenta NetLogo [6], especialmente por oferecer facilidade de programação, portabilidade, documentação abundante, acesso e uso gratuitos. Nele podem ser dadas instruções a centenas ou milhares de agentes, os quais trabalham paralelamente [7].

### III. MODELO DE SIMULAÇÃO NO NETLOGO

O modelo de simulação de consumo de energia baseado no paradigma de agentes e implementado na ferramenta NetLogo (Fig. 1), possui as seguintes características:

- Os perfis dos consumidores de energia elétrica, que são baseados na renda familiar de acordo com os dados do IBGE [8] foram representados com uma cor para cada tipo de renda (Fig1), assim:
  - Azul: possuem renda até R\$800,00;
  - Amarelo: possuem renda de R\$ 800,00 a R\$ 1.245,00 ;
  - Vermelho: possuem renda de R\$6.225,00 a R\$ 10.375,00;
  - Vermelho: possuem renda maior que R\$ 10.375,00.
- Os consumidores e os eletrodomésticos foram modelados como agentes computacionais racionais, ou seja, se um equipamento já estiver ligado eles não irão ligar novamente até que o mesmo seja desligado e não esquecerão o chuveiro ligado quando saírem de casa. Especificamente no que se refere ao NetLogo, podem-se implementar perfis diferentes de agentes por meio da criação de distintas *breeds*. Estas representam a ideia de espécies de agentes, onde cada uma incorpora um conjunto de diferentes instruções a serem executadas, como por exemplo, na simulação de uma colmeia os agentes da espécie operária possuem comportamentos distintos da espécie rainha.
- Os agentes que representam os usuários podem ficar um período de tempo dormindo, este pode variar de 0 até 8 horas de sono. No entanto, o usuário não irá consumir enquanto estiver dormindo.
- Os agentes que representam os usuários podem ficar um período de 8 horas fora de casa. No entanto, o usuário não irá consumir enquanto estiver fora de casa.
- O consumo de energia de cada equipamento foi calculado de acordo com os dados fornecidos pelas distribuidoras de energia *light* [9] e CEEE [10].
- Os equipamentos possuem a mesma probabilidade de serem escolhidos, com exceção:
  - **Renda1:** chuveiro, geladeira e televisão que possuem uma probabilidade maior de serem escolhidos.
  - **Renda2:** chuveiro, *freezer*, geladeira e televisão que possuem uma probabilidade maior de serem escolhidos.
  - **Renda3 e Renda 4:** chuveiro, *freezer*, lavadora de roupas ,geladeira e televisão que possuem uma probabilidade maior de serem escolhidos.
- A geladeira e o *freezer* são os únicos equipamentos que permanecem ligados por um período de 24 horas.

- O modelo está simulando a estação verão, demonstrando os equipamentos que ele utiliza neste período e tempo que cada um deles é utilizado.



Fig. 1: Interface do modelo que simula o consumo de energia elétrica dos quatro tipos de consumidores.

### IV. RESULTADOS PRELIMINARES

Foram modeladas quatro tipos de rendas, onde cada renda é composta por famílias de 1 a 3 pessoas, as simulações duraram um período de 24 horas e pelas seguintes características:

#### A. Renda 1 ( renda familiar até R\$830,00):

Nesta renda cada família pode conter uma lista de 3 a 10 equipamentos, essa lista varia de acordo com um valor randômico no início da simulação. No entanto, essa renda terá no mínimo: uma geladeira, uma televisão e um chuveiro elétrico. Conforme pode ser observado na Fig. 2, as residências tiveram um consumo médio de 64,48 kWh e um desvio padrão de 5,28 kWh.

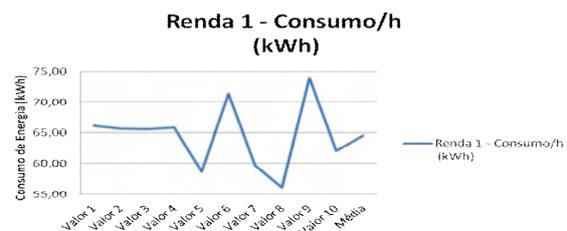


Fig. 2: Simulação do consumo de energia elétrica da renda 1, onde o eixo horizontal representa os dias de consumo e o eixo vertical representa o consumo de energia em kWh para cada dia simulado.

#### B. Renda 2 ( renda familiar de R\$830,00 a R\$1.245.00):

- Nesta renda cada família pode conter uma lista de 4 a 15 equipamentos, essa lista varia de acordo com um valor randômico no início da simulação. No entanto, essa renda terá no mínimo: uma geladeira, uma televisão, lâmpada de 60 *watts* e um chuveiro elétrico. Conforme pode ser observado na Fig. 3, as residências

tiveram um consumo médio de 112,14 kWh e um desvio padrão de 4,90 kWh.



Fig. 3: Simulação do consumo de energia elétrica da renda 2, onde o eixo horizontal representa os dias de consumo e o eixo vertical representa o consumo de energia em kWh para cada dia simulado.

C. Renda 3 ( renda familiar de R\$6.225,00 a R\$ 10.375,00):

Nesta renda cada família pode conter uma lista de 4 a 20 equipamentos, essa lista varia de acordo com um valor randômico no início da simulação. No entanto, essa renda terá no mínimo: uma geladeira, um freezer, uma televisão e um chuveiro elétrico. Conforme pode ser observado na Fig. 4, as residências tiveram um consumo médio de 395,75 kWh e um desvio padrão de 24,65 kWh.

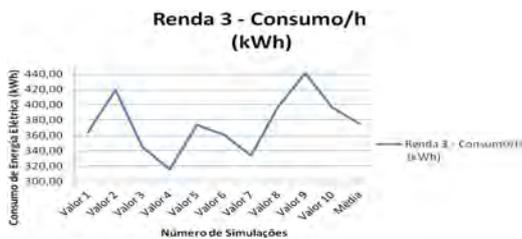


Figura 4: Simulação do consumo de energia elétrica da renda 3, onde o eixo horizontal representa os dias de consumo e o eixo vertical representa o consumo de energia em kWh para cada dia simulado.

D. Renda 4 ( renda familiar maior que R\$ 10.375,00):

Nesta renda cada família pode conter uma lista de 4 até a 20 equipamentos, essa lista varia de acordo com um valor randômico no início da simulação. No entanto, essa renda terá no mínimo: uma geladeira, freezer, lavadora de roupas, uma televisão e um chuveiro elétrico. Conforme pode ser observado na Fig. 5, as residências tiveram um consumo médio de 374,69 kWh e um desvio padrão de 36,99 kWh.

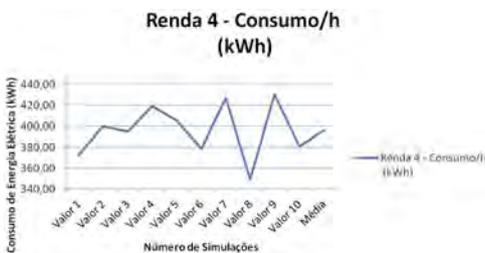


Fig. 5: Simulação do consumo de energia elétrica da renda 4, onde o eixo horizontal representa os dias de consumo e o eixo vertical representa o consumo de energia em kWh para cada dia simulado.

V. CONCLUSÕES

Como demonstrado nos resultados pode-se dizer que a utilização do paradigma de agentes bem como da ferramenta NetLogo é uma alternativa interessante para simulações de cenários de perfis de usuários de energia elétrica, pois os diversos comportamentos inerentes a sociedade utilitária deste serviço podem ser mapeados respectivamente em deferentes tipos de agentes os quais são inseridos em uma ambiente virtual.

Enfatizamos que estes resultados são reduzidos a escopo de um teste inicial e estamos buscando dados reais para futuramente compararmos os resultados atingidos na simulação com os dados de consumo de energia reais da cidade do Rio Grande. No entanto, esta avaliação inicial aponta para futuros trabalhos com mais elementos e maior número de perfis a serem analisados, sendo este a motivação para os próximos passos do trabalho.

Como trabalhos futuros serão criados perfis que não são econômicos e serão simuladas outras estações tais como: inverno, primavera e outono. Outra perspectiva é o teste considerando punições que afetem o comportamento dos agentes, como por exemplo, as multas por excesso de consumo de energia.

REFERÊNCIAS

- [1] Multiner , “ Consumo de energia elétrica cresce no Brasil e Belo Monte é garantia para essa demanda,” disponível em: <http://www.multiner.com.br/multiner/Default.aspx?TabId=117>, acessado em: dezembro de 2012.
- [2] ANEEL. “Atlas de Energia Elétrica do Brasil, ” disponível em: [www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf), acessado em dezembro de 2012.
- [3] S. Russel , P. Norvig, “Artificial Intelligence: A modern approach”, 2nd edition, Pearson Education, 2003.
- [4] G. P. Dimuro, A. C. R. Costa, L. A. Palazzo, “Systems of exchange values as tools for multi-agent organizations,” journal of the Brazilian Computer Society, 11(1):3150, 2005.
- [5] P. Sapkota, “Modeling Diffusion Using an Agent-Based Approach, ” PhD thesis, University of Toledo, 2010.
- [6] S.Tisue, U. Wilensky, ” Netlogo: A simple environment for modeling complexity, ” in International Conference on Complex Systems, Boston, 2004.
- [7] U. Wilensky, “NetLogo, ” disponível em: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL, 1999.
- [8] IBGE. “Pesquisas de Orçamentos Familiares 2008- 2009, despesas, rendimentos e condições de vida,” 2009.
- [9] Light, “Simulador de consumo de energia elétrica, ” disponível em: <http://www.aessul.com.br/areacliente/servicos/simula.asp>, acessado em janeiro de 2013.
- [10] CEEE, “Simulador de consumo de energia elétrica, ”disponível em: [www.ceee.com.br/pportal/ceee/component/controller.aspx?cc=1221](http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/component/controller.aspx?cc=1221), acessado em janeiro de 2013.