

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE INDIVÍDUOS EM RESIDÊNCIAS UNIPESSOAIS

Fábio Britto de Carvalho Almeida

Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial SENAI
CIMATEC
Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - Bahia
fabiobc Almeida@gmail.com

Márcio Renê Brandão Sousa

Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial SENAI
CIMATEC
Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - Bahia
marcio.soussa10@gmail.com

Valter de Senna

Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial SENAI
CIMATEC
Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - Bahia
valter.senna@gmail.com

RESUMO

Em virtude do envelhecimento populacional, do aumento de domicílios unipessoais e da grande quantidade de acidentes nestes domicílios, há uma clara necessidade de um acompanhamento mais próximo dos moradores, o que representa um grande desafio para as famílias, pois nem sempre é possível de ser realizado. Diante desse problema, o objetivo geral dessa pesquisa é o desenvolvimento de uma simulação capaz de representar o comportamento diário de pessoas que residem sozinhas. Para a construção de uma ferramenta capaz de gerar informações referentes ao dia a dia das pessoas em suas residências, primeiramente foi realizado um estudo para escolha da tecnologia, em seguida os requisitos para construção do modelo foram especificados e o modelo foi desenvolvido e implementado. Os resultados obtidos a partir do trabalho realizado nesse estudo mostraram que o modelo proposto é capaz de simular o comportamento diário dos usuários entrevistados.

PALAVRAS CHAVE. Simulação baseada em Agentes, Protocolo ODD, Residência Unipessoal.

Área principal: SIM - Simulação

ABSTRACT

In view of the aging population, the increase of single person households and the large number of accidents in these households, there is an evident demand for mechanisms for monitoring these residents, which represents a major challenge for families, since it is not always possible to be performed in traditional ways. Faced with this problem, the overall goal of this research is to develop a simulation that is capable of generating information about the daily behavior of people living alone. Starting from the need to build a tool that can provide information regarding the daily life of people in their homes, a research was carried out to choose the technique to be used and, after that, the requirements for constructing the model were specified and the model was developed and implemented. The results obtained from the experimental work carried out in this study,

demonstrate that the proposed model is able to simulate the daily behavior of the users interviewed.

KEYWORDS. Agent-based Simulation. ODD Protocol. Single Person Household.

Main area: SIM - Simulation

1. Introdução

O envelhecimento é um fenômeno inevitável e progressivo, caracterizado por alterações morfológicas, funcionais, bioquímicas e psicológicas no indivíduo. Essas modificações trazem a perda ou diminuição da capacidade de adaptação ao meio ambiente, redução de equilíbrio, da acuidade visual e auditiva, entre outros, causando maior fragilidade, necessidade de assistência e maior incidência de processos patológicos, que podem levar o ser humano a incapacidade funcional, depressão, dependência e à morte.

No Brasil e no mundo, tem-se observado uma importante transição demográfica, caracterizada pelo crescente aumento da população idosa (representada por pessoas com idade igual ou superior a 60 anos) e redução da parcela de jovens, consequência da redução nas taxas de natalidade e mortalidade, associada a fenômenos como a universalização da educação, a intensificação da participação feminina no mercado de trabalho e a difusão do planejamento familiar. Segundo estudiosos, o fator de maior relevância na composição deste quadro foi a queda da fecundidade vivenciada pela população da maioria dos países. (BATISTA,2008)

Dados obtidos na Previdência Social mostram o envelhecimento populacional por regiões do mundo, onde em 1950, pessoas com 60 anos ou mais na população correspondiam na Europa a 12,1%, na América do Norte 12,4% e na América Latina/ Caribe 5,9%. Já em 2000, o percentual de pessoas com essa idade cresceu para 20,3%, 16,2% e 8,0% na Europa, América do Norte e América Latina/Caribe, respectivamente. Acredita-se que em 2050 esses percentuais cheguem a 36,6% na Europa, 27,2% na América do Norte e 22,5% na América Latina/Caribe. (BATISTA,2008)

As grandes transformações que acarretaram instabilidade do padrão demográfico brasileiro começaram a partir dos anos 40, com um consistente declínio dos níveis gerais de mortalidade, associado a um declínio da natalidade, intensificado nos anos 1980 segundo dados do IBGE. Esse fato provoca uma inversão na pirâmide etária populacional e tem como uma de suas principais consequências o aumento da proporção de pessoas idosas. Desta forma, idosos e idosas se tornaram mais visíveis e suas necessidades e problemas passaram a afetar toda a sociedade. (CARVALHO, 2010)

No que diz respeito à família, esta vem passando por uma série de transformações ao longo do último século, seguindo os acontecimentos históricos, econômicos, sociais e demográficos, que geraram alterações profundas em sua composição. Pode-se destacar como os principais acontecimentos que geraram mudanças no padrão familiar, antes caracterizado por elevado número de filhos, a idade no casamento, a mortalidade adulta, a independência financeira feminina, o grande número de divórcios, a busca pela realização individual e a tendência e capacidade das pessoas, inclusive idosas, de hoje morarem sozinhas (CARVALHO, 2010)

Atualmente, com a nova composição da estrutura familiar, com os avanços da ciência, da tecnologia e ainda das facilidades de comunicação e locomoção, há uma grande tendência, entre indivíduos jovens ou idosos, de viverem de forma independente e isolada. Teme-se que ao longo dos anos haja um aumento gradativo do número de domicílios unipessoais, aqueles onde o indivíduo vive sozinho em sua residência.

Segundo informações do IBGE, entre 1991 e 2000 houve um aumento de 1,9% da quantidade de idosos que vivem sozinhos no Brasil. Das regiões brasileiras, as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, no ano 2000, apresentaram a mesma porcentagem de idosos

vivendo sozinhos, cerca de 12%. Ainda segundo o IBGE, a quantidade de idosos residindo sós vem crescendo, tendo chegado em 2006 a 13,2%. Nesse mesmo ano, a população com 60 anos ou mais, representava 40,3% dos domicílios unipessoais brasileiros. (CAMARGOS, 2011)

Pode-se destacar entre os motivos que levam o idoso a morar sozinho, o aumento da expectativa de vida, a morte do cônjuge, aspectos culturais como o individualismo, a dispersão geográfica dos parentes próximos e o aumento da renda real, que permite arcar com os custos envolvidos na manutenção solitária de uma residência e que favorecem uma diminuição da dependência pelo idoso dos filhos porventura existentes.

Devido às perdas progressivas, sejam elas motoras ou cognitivas, que decorrem do envelhecimento do corpo humano, os idosos que moram sozinhos estão mais susceptíveis de sofrerem acidentes. As quedas são um grande problema e estão associadas à necessidade de hospitalização, cirurgias e possível incapacidade futura. A estimativa da incidência de quedas por faixa etária é de 28% a 35% nos idosos com mais de 65 anos e 32% a 42% naqueles com mais de 75 anos.

Em um estudo realizado em 2002, cerca de 31% dos idosos disseram ter caído no ano anterior à pesquisa e 11% afirmaram ter sofrido duas ou mais quedas. Cerca de 30% a 60% da população com mais de 65 anos sofre uma queda anualmente e metade deste percentual cai mais de uma vez. Aproximadamente 40% a 60% destes episódios levam a algum tipo de trauma sendo comuns as vertebrais, em fêmur, úmero, rádio distal e costelas. (BUKSMAN, 2008)

É necessário portanto maior atenção às pessoas, principalmente idosas, que por necessidade ou escolha residem sozinhas. Ações que venham a apoiar essas pessoas em situações de urgência são extremamente importantes, tendo em vista que muitos não têm ninguém por perto a quem recorrer. O projeto Anjo da Guarda, é um projeto que tem o propósito de buscar uma solução computacional que aprenda o comportamento diário de pessoas, principalmente idosos, que residem sozinhas e detecte comportamentos fora dos padrões habituais desta pessoa. Ele tem a função de contatar pessoas indicadas, informando potenciais anormalidades e assim acelerando no processo de socorro, evitando que eventuais problemas se agravem.

O modelo de simulação, objeto deste trabalho, tem como objetivo gerar dados que representem a rotina de indivíduos que residem sós e subsidiar a escolha de algoritmos capazes de reconhecer padrões anormais e, se necessário, ativar sinais de alarme.

2. Aspectos Metodológicos

Para a construção de uma ferramenta capaz de gerar informações referentes ao dia a dia das pessoas em suas residências, os requisitos foram analisados e especificados para o desenvolvimento do modelo, segundo as etapas descritas a seguir:

1. Brain Storm (Chuva de Ideias): nessa etapa foram descritas em papel todas as ideias para a elaboração de um modelo que fosse capaz de gerar plantas dinâmicas de imóveis, mobiliá-lo, posicionar sensores e simular o cotidiano de uma pessoa dentro do imóvel criado;

2. Construção do Modelo: foi feita uma seleção das melhores ideias geradas no item anterior e, a partir delas, definido quais seriam os agentes, como seria o ambiente e quais as regras de relacionamento entre ambos, ou seja, foi elaborado um modelo conceitual. Este modelo foi detalhado utilizando o protocolo ODD;

3. Codificação e Testes: o modelo foi implementado de forma iterativa e incremental, onde ao final de cada iteração, eram realizados diversos testes;

4. Validação: foram entrevistadas três pessoas que moram sozinhas e baseado nas respostas do questionário destas entrevistas, que geraram entradas no modelo, foi feita a simulação do dia a dia destas pessoas. Os resultados gerados pelo modelo foram

confrontados com as respostas do questionário.

3. Protocolo ODD

O detalhamento do modelo foi realizado utilizando o protocolo ODD (Overview, Design Concepts and Details). Esse protocolo foi proposto por GRIMM (2006) e tem como objetivo a padronização de descrições dos modelos baseados em agentes. Segundo WOOLDRIDGE (2008), “*um agente é um sistema de computador que está situado em algum ambiente e que é capaz de realizar ações autônomas neste ambiente, a fim de cumprir os seus objetivos*”. Complementando essa definição, SIGNORETTI (2012), afirma que “*agentes são entidades reais ou virtuais, que possuem objetivos e, para atingi-los, devem ser capazes de comunicar-se com outros agentes e de interagir com o ambiente no qual estão inseridos*”.

O protocolo ODD é dividido em três blocos, são eles: *Visão Geral*, *Conceitos de Projeto* e *Detalhes*. O bloco *Visão Geral* fornece uma visão geral do objetivo e da estrutura do modelo. Ele é formado por três elementos: *propósito*, que descreve a finalidade do modelo, *variáveis de estado e escala*, responsável por definir as entidades, o estado das variáveis e as escalas de representação espaço-temporal que compõem o modelo e, por fim, *visão de processo e escalonamento*, que define os processos do modelo.

O bloco *Conceitos de projeto* possui um *checklist*, desenvolvido por GRIMM (2006), com o objetivo de auxiliar na fase de concepção do projeto e na comunicação interna dos modelos baseados em agentes. Este *checklist* é formado por itens que, quando não se aplicam ao modelo, devem ser ignorados.

O último bloco do protocolo ODD é o *Detalhes*, importante para que os experimentos possam ser reproduzidos. Ele é subdividido em: *inicialização*, que define quais são os valores iniciais das variáveis de estado, *entrada*, que descreve como os dados de entrada são utilizados, gerados e obtidos e os *sub-modelos*, responsável por detalhar os processos listados no item visão de processo e escalonamento. Detalhamos o modelo de simulação “Anjo da Guarda” seguindo esse protocolo.

3.1. Propósito

O modelo possui como objetivo a simulação de indivíduos em residências unipessoais realizando atividades domésticas rotineiras. Além disso, esse modelo capta as informações sobre o comportamento diário desses indivíduos, por meio de sensores distribuídos pela residência.

3.2. Variáveis de estado e escalas

O modelo de simulação Anjo da Guarda é composto pelas entidades de baixo nível Humano, Móveis, Portas, Paredes e Sensores. O agente Humano movimenta-se pelo ambiente com o intuito de cumprir um conjunto fixo de atividades diárias, respeitando os limites espaciais do imóvel, dados através do agente Paredes. Além disso, o Humano utiliza os agentes Portas para movimentar-se entre os cômodos da residência e os agentes Móveis para simular a realização das suas atividades domésticas. Já os agentes do tipo Sensores são responsáveis por captar a movimentação do morador e salvar em um banco de dados informações como data e hora dessa movimentação.

O ambiente da simulação é dinâmico, podendo ser alterado pelo usuário a qualquer momento, ou seja, a qualquer instante da simulação é possível modificar o ambiente inserindo móveis, sensores, portas e/ou paredes. Só não é possível inserir mais de um agente do tipo humano uma vez que o modelo se propõe a simular pessoas que residem

sozinhas.

O tempo da simulação é modelado por unidades discretas de execução denominadas *ticks*. O *tick* é uma unidade de tempo artificial definida nesse modelo como um segundo decorrido no relógio da simulação. As simulações são sempre inicializadas em um determinado instante, representado por uma data e hora específica e finalizados em outro instante também predeterminado. O padrão de medida adotado para tempo foi portanto o segundo, para espaço o metro e para velocidade o metro por segundo.

3.3. Visão de processo e escalonamento

O modelo possui dois macroprocessos que podem ser divididos pela perspectiva dos agentes Humano e Sensores, descritos a seguir.

3.3.1. Agente Humano

A simulação possui como um dos processos principais a realização de atividades domésticas pelo agente Humano. O modelo possui uma tabela contendo uma lista fixa de atividades a serem realizadas diariamente, juntamente com o horário de início de cada uma dessas atividades. Essa lista de atividades é criada com base no questionário para identificação das principais atividades diárias. Os horários de cada atividade são gerados, com uma distribuição de probabilidade, baseados nas de respostas do questionário. Por exemplo, se um usuário responde ao questionário afirmando que dorme entre 20 e 21 horas, na simulação o horário desta atividade será gerado seguindo uma distribuição triangular, com valores entre 20 e 21 horas.

É importante salientar que cada indivíduo possui sua própria lista de atividades. Cada pessoa possui faixas de horários específicos para realização das suas atividades diárias e, além disso, algumas atividades não são realizadas por todos.

Depois de gerada a tabela contendo o cotidiano do agente Humano, esse agente verifica se a hora atual da simulação é a hora de realização de alguma das suas atividades. Caso positivo, ele se movimenta pelo ambiente com o intuito de cumprir essa atividade, caso contrário, ele aguarda até o horário da sua próxima atividade. A Figura 1 mostra o fluxograma desse processo.

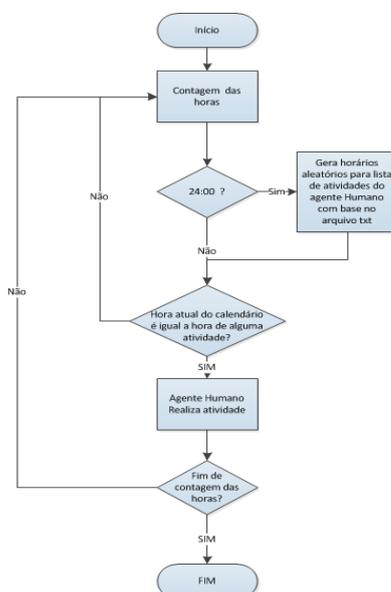


Figura 1 - Fluxograma do processo Agente Humano. Fonte: O autor.

3.3.2. Agentes Sensores

O segundo macro processo da simulação é o monitoramento do comportamento do morador através de agentes do tipo sensor. Esses sensores são configurados para captar qualquer movimentação do agente humano e salvar em um banco de dados informações como hora e data dessa movimentação. Ou seja, partindo do princípio que nesse modelo foi definido que um "patch" possui um metro quadrado, toda vez que o agente humano passar a uma distância de um metro de qualquer sensor, esse sensor será acionado e enviará para o banco de dados a seguinte string de informações: `"dia/mes/ano;horas:minutos:segundos;identificador do sensor;"`.

Na Figura 2 pode-se observar um agente Humano, um agente do tipo Sensor, representado por um x, e oito agentes do tipo patch, representado pelos quadrados ao redor do sensor. Toda vez que o agente Humano passar por um dos oito patches, ou seja, pelo raio de alcance do sensor, esse sensor é acionado e envia para o banco de dados a data, a hora do evento e seu número de identificação.

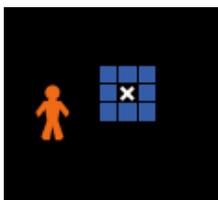


Figura 2 - Acionamento do agente sensor pelo agente humano. Fonte: O autor.

3.4. Conceitos de Projeto

A seguir detalhamos os itens do *checklist* de conceitos de projeto que se aplicam ao modelo Anjo da Guarda:

- *Adaptação*: O agente humano deve ser capaz de perceber alterações no ambiente como, por exemplo, a adição e/ou remoção de paredes, portas e móveis e reagir adequadamente a cada uma dessas alterações;
- *Conhecimento*: o agente humano possui memória onde armazena a localização de todas as portas e móveis do imóvel;
- *Interação*: o agente humano interage com o ambiente verificando mudanças e interage também com os agentes Móveis, com o propósito de simular a realização das suas atividades diárias;
- *Observação*: os resultados obtidos a partir da simulação dependem do posicionamento dos sensores. Como os sensores captam a movimentação do morador, pode existir alguma posição de sensor pela qual o morador não passe em nenhum momento da simulação. Além disso, os resultados dependem do arquivo txt, de resposta do questionário, pois ele servirá como base para gerar os horários de cada uma das atividades do morador.

3.4. Inicialização

A configuração inicial da simulação é definida pelo usuário, que pode optar por desenvolver um modelo de imóvel novo ou por carregar um modelo pré-configurado. Os valores iniciais das variáveis associadas às atividades são baseados no arquivo *txt* criado a partir das respostas obtidas pela aplicação do questionário mencionado anteriormente.

3.5. Entrada

Os últimos dados de entrada a serem fornecidos são as coordenadas para posicionamento de agentes do tipo sensor e a configuração da *string* de conexão com um

banco de dados MySQL. Essa *string* de conexão é responsável por determinar em que local serão armazenadas as informações.

3.6. Submodelos

O objetivo do modelo é a simulação do comportamento de um indivíduo dentro da sua residência. O arquivo de questionário (txt) é usado como entrada para gerar o cotidiano de cada morador.

Quando o agente humano identifica que está no horário de realização de uma das suas atividades, ele se movimenta pelo ambiente com o propósito de cumprir essa atividade. A movimentação ocorre da seguinte maneira:

- As atividades são divididas em subatividades, que por sua vez estão vinculadas a uma peça de mobiliário, ou seja, para o humano cumprir uma atividade é necessário que ele se direcione a uma ou mais peças do mobiliário;
- Para cumprir a subatividade é necessário que o agente humano se desloque do local onde se encontra até o móvel destino. Como o ambiente é dinâmico e pode ser alterado a qualquer momento pelo usuário, o móvel vinculado à subatividade pode não estar presente no ambiente. Se isso ocorrer, o agente humano é capaz de verificar se existe algum móvel adicionado que tenha a mesma finalidade do móvel procurado inicialmente. Por exemplo, se após ir ao vaso sanitário, não encontrar a pia do banheiro, ele irá verificar se existe no ambiente outra pia, por exemplo, a pia da cozinha. Se não existir nenhum móvel capaz de substituir o primeiro móvel procurado, que era a pia do banheiro, ele emite uma mensagem de log informando sobre a necessidade de um móvel para o cumprimento da atividade;
- Para que o agente humano consiga sair do local onde ele se encontra e chegue até o móvel destino, além de saber a posição de todos os móveis existentes no imóvel, sabe também que portas dão acesso aos móveis e a localização de cada uma destas portas. Sabe também a sua localização atual. É importante salientar que as portas do imóvel formam um grafo que é representado no modelo através de uma matriz de adjacência. Sendo assim, para o agente humano chegar ao móvel destino, primeiramente ele verifica em qual cômodo ele está e depois em que cômodo está o móvel que ele deseja alcançar. Se ambos estiverem no mesmo local, o agente humano vai direto ao móvel e, se estiverem em cômodos diferentes, o agente humano verifica através do algoritmo de DIJKSTRA (1959), qual o menor número de portas que ele deverá passar para conseguir chegar ao cômodo onde está localizado o móvel. Quando ele chega à porta que dá acesso ao cômodo no qual se encontra o móvel desejado, ele se dirige então ao móvel propriamente dito;
- O agente humano ao se movimentar deverá respeitar os limites impostos pelo agente parede, ou seja, ele não pode passar através dos agentes paredes. Toda vez que o agente humano detectar a presença de um patch da cor azul à sua frente, ele se desvia para a esquerda até não encontrar mais parede e em seguida continua sua movimentação para chegar ao móvel ou porta.

4. Implementação do Modelo

A implementação do modelo obteve como produto dois softwares: o software Questionário e a simulação Anjo da Guarda. O software questionário foi elaborado com o objetivo de levantar as atividades rotineiras de uma pessoa em seu ambiente domiciliar e salvar essas informações em um arquivo de texto que serve como base para o comportamento do agente ser humano.

4.1. O Questionário

Para a elaboração do questionário foram identificadas as principais atividades diárias de um morador. Depois de identificadas estas atividades, foi criada uma ferramenta que possibilita a gravação das respostas do entrevistado em um arquivo no formato *txt* e em um padrão capaz de ser interpretado pela ferramenta de simulação.

As perguntas foram subdivididas em seis tópicos: *dados pessoais, dados referentes à atividade de dormir, dados referentes às refeições, dados referentes a entretenimentos, dados referentes a necessidades médicas e de higiene, e dados referentes ao lazer.*

4.2. A simulação Anjo da Guarda

Como segundo produto da implementação, foi gerada uma simulação chamada Simulação Anjo da Guarda. Com ela é possível escolher ou montar uma planta de uma residência, posicionar sensores em qualquer parte desta residência e acompanhar o cotidiano do morador. Por ser uma ferramenta gratuita, com documentação acessível e por ser amplamente utilizada no meio acadêmico a ferramenta escolhida para implementação da simulação foi o software NetLogo (TISUE,2004).

5. Resultados

Com intuito de avaliar o modelo proposto, foi realizado um trabalho experimental com usuários maiores de 60 anos e que residem só. Um profissional da área de saúde, com graduação em fisioterapia, aplicou o questionário desenvolvido em usuários selecionados. Note-se que o enfoque do questionário é sempre para as atividades realizadas dentro dos domicílios. Esta observação é importante, pois podem existir usuários que não costumam almoçar em casa e por isso, a resposta correta a ser marcada no questionário é que ele não almoça.. Três usuários foram entrevistados, suas respostas foram colocadas no software Questionário e o arquivo de dados gerado para cada um deles.

A Tabela 1 abaixo mostra algumas perguntas e as respostas de cada entrevistado.

	IDOSO A 60 ANOS	IDOSO B 86 ANOS	IDOSO C 90 ANOS
A que hora você costuma dormir?	Entre 21:30 e 23:00	Entre 22:30 e 23:00	Entre 19:00 e 19:20
A que hora você costuma almoçar?	Entre 12:00 e 12:30	Entre 12:00 e 12:30	Entre 12:30 e 13:00
Você costuma assistir TV? Se sim, em quais horários do dia?	Entre 08:30 e 09:00 Entre 12:00 e 13:00 Entre 20:00 e 20:40	Entre 08:00 e 09:00 Entre 12:00 e 12:30 Entre 18:00 e 18:30	Entre 12:00 e 13:00
Qual/Quais horário(s) você costuma tomar banho ao longo do dia?	Entre 06:20 e 06:50 Entre 11:00 e 12:00 Entre 16:00 e 16:30	Entre 07:00 e 07:30 Entre 22:00 e 22:30	Entre 15:00 e 16:00
Você costuma sair de casa	Entre 05:00 e 06:15 Entre 06:30 e 08:00	Entre 09:00 e 10:15 Entre 08:00 e 08:10	Entre 15:00 e 16:00 Entre 09:00 e 09:30

diariamente? Se sim, em quais horários?		Entre 17:00 e 17:30	
---	--	---------------------	--

Tabela 1 - Algumas perguntas e respostas do Questionário Fonte: O Autor.

Foi escolhida uma planta de apartamento pré-configurada pelo sistema que serviu como base para a simulação da rotina de todos os usuários. A escolha de uma mesma planta para realização de todas as simulações foi devido ao fato não ter sido possível ter acesso ao imóvel dos usuários entrevistados. Em decorrência disso, não foi possível verificar a quantidade e o posicionamento das portas, móveis e cômodos das residências, nem quais móveis existiam nelas.

O posicionamento dos sensores é muito importante, pois são eles os responsáveis por captar a movimentação do agente humano e enviar para o banco de dados o momento (data e hora) em que foram acionados. Se mal localizados podem não detectar nenhum movimento, sendo portanto inúteis. Se posicionados em locais de diversas atividades, enviará ao sistema dados com pouco poder de discriminação. Com o objetivo de comparar os resultados da simulação com as respostas dos questionários, em função das perguntas neles, foram posicionados cinco sensores no imóvel, sendo colocado um no chuveiro, um na cama, um na porta de saída, um no sofá da sala e outro na mesa da sala. A Figura 3 ilustra a planta do apartamento de uma das simulações, com os sensores posicionados. Os sensores estão representados por um "x".

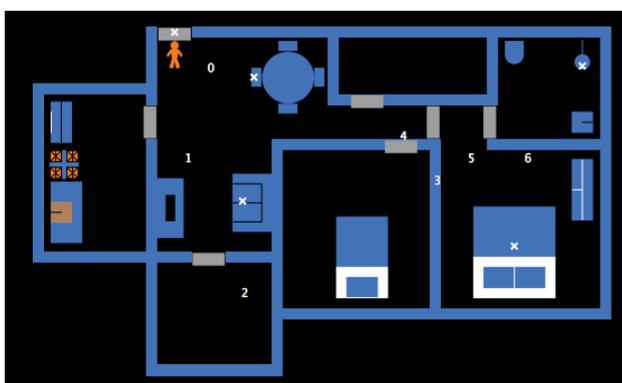


Figura 3 - Exemplo de imóvel com sensores posicionados. Fonte: O Autor.

Foram coletadas informações dos sensores referentes às atividades dos três idosos durante o período simulado de um mês. As informações geradas por cada sensor foram enviadas para o banco de dados. A partir destas informações foram gerados gráficos de frequência dos horários de acionamento de cada sensor no imóvel, para cada uma das simulações. Esses gráficos precisam ser consistentes com as respostas fornecidas no questionário, para que a simulação possa ser validada adequadamente.

Os gráficos de frequência neste trabalho foram obtidos através da ferramenta *R*, utilizando o método *bkde* com os parâmetros *bandwidth = 0.1* e *kernel="normal"* para amaciamento kernel. Esse método é não paramétrico e estima a função densidade. Cada ponto no gráfico é função da sua distância a todas as observações. A função que pondera a influência de uma dada observação naquele ponto, função kernel, é escolhida entre distribuições de probabilidade simétricas. O estimador kernel da densidade é dado por (JONES, 1995):

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{(nh)} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

onde a função $K(\cdot)$ é chamada de *kernel* e satisfaz
$$\int_{-\infty}^{+\infty} K(t) dt = 1$$

h é a largura da janela e funciona como parâmetro de amaciamento da curva.

As Figuras 4 (a), (b) e (c) representam os gráficos referentes ao sensor posicionado na cama do morador. Esse sensor teve como objetivo a confirmação dos horários, na simulação, em que os idosos declaravam ir dormir. O idoso A respondeu que costuma dormir entre 21:00 e 23:00 horas. O gráfico da Figura 4(a) corrobora essa situação já que o maior pico de ativação do sensor da cama ocorre nesse horário. Porém, ainda na Figura 4(a) nota-se que existe uma frequência alta de acionamentos também entre 20:30 e 21:00 horas. Isso se deve ao fato de que existe no questionário a pergunta: "A que horas costuma dormir no fim de semana (sábado e domingo)?" Para essa pergunta o idoso A respondeu que costuma dormir entre 20:30 e 21:30 horas.

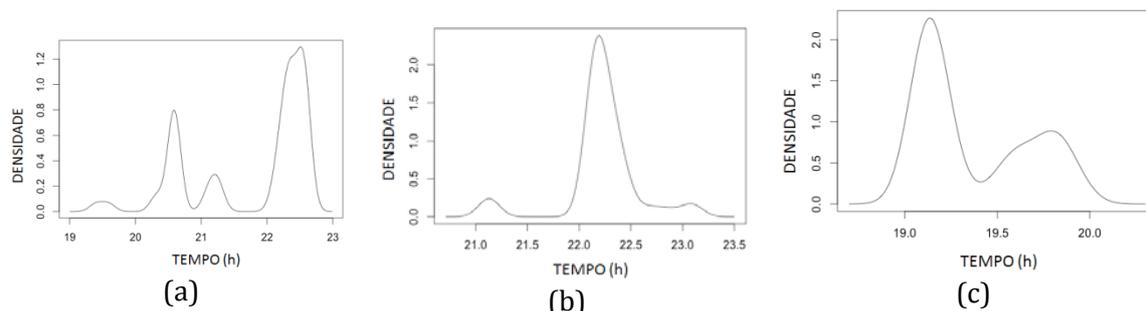
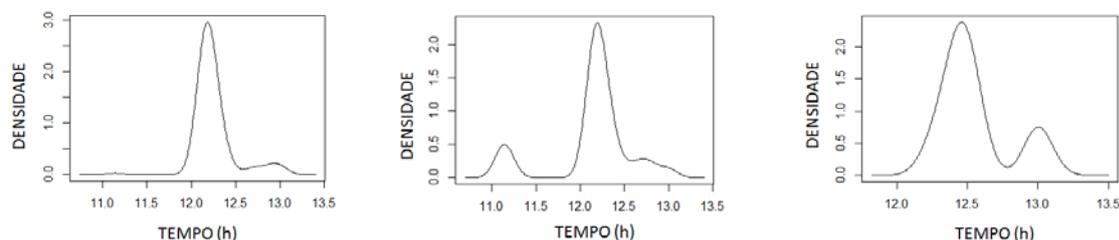


Figura 4 - Sensor da cama : (a) Idoso A; (b) Idoso B; (C) Idoso C. Fonte: O Autor.

A Figura 4(b), que representa o sensor da cama do idoso B, mostrando que o idoso aciona esse sensor quase sempre entre 22 e 22:50 horas. Já o idoso C, informou que tem o hábito de dormir cedo. Na Figura 4(c), pode-se observar isso. Diferente dos idosos A e B que costumam dormir em horários mais próximos das 22 horas a idoso C tem o sensor da cama acionado entre 19 e 20 horas.

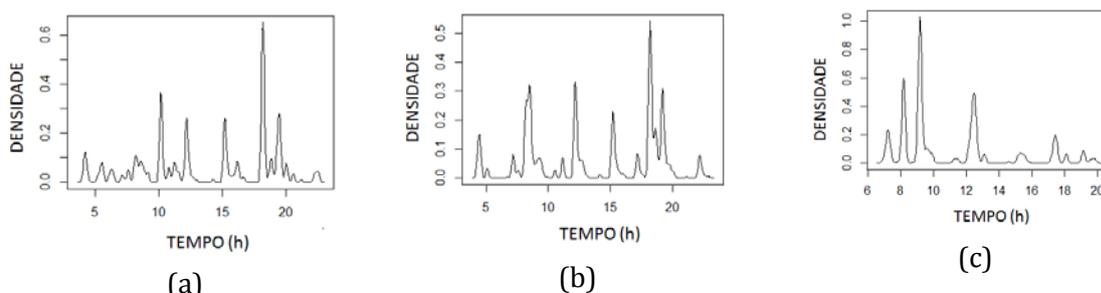
Em relação as refeições, os idosos A e B responderam que costumam almoçar entre 12:00 e 12:30 horas, enquanto que o C afirmou que costuma almoçar entre 12:30 e 13:00 horas. Esta informação pode ser visualizada nos gráficos das Figuras 5 (a), (b) e (c) que seguem abaixo. Eles mostram que o acionamento do sensor da mesa acontece nesse horário. Os picos de acionamento dos gráficos das Figuras 5(a) e 5 (b) estão entre 12:00 e 12:50, sendo que o gráfico da Figura 5 (b) apresentou ainda uma menor frequência de acionamentos entre 11:00 e 11:50. Isto deve estar associado a um posicionamento inadequado do sensor, pois atividades que não envolvem o ato de almoçar foram captadas, revelando a importância de um bom posicionamento dos sensores.



(a) (b) (c)
 Figura 5 - Sensor Mesa: (a) Idoso A; (b) Idoso B; (c) Idoso C. Fonte: O Autor.

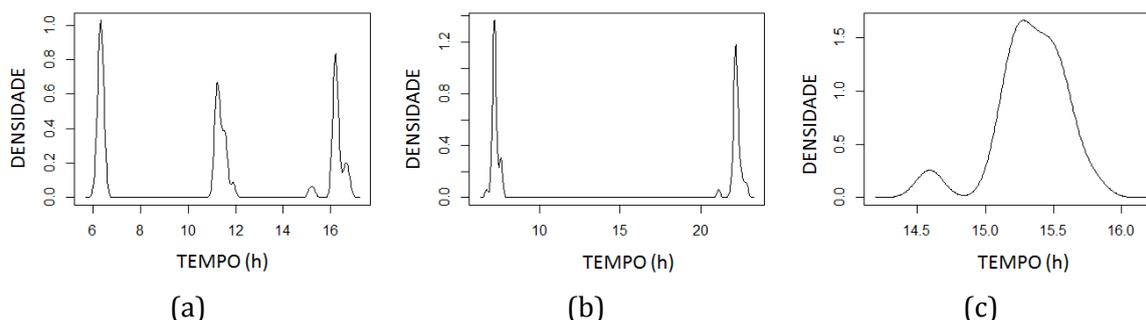
Pode-se observar no gráfico da Figura 5(c), que os picos de acionamento do sensor da mesa ocorrem às 12:50 e 13:00 horas, conforme a informação coletada.

Os resultados mostrados nas Figuras 6 (a), (b) e (c), indicam que o sofá é um móvel bastante utilizado pelos três idosos, tanto para assistir televisão quanto para descanso. Temos diversos picos de acionamento deste sensor, em acordo com os horários de uso contidos nos questionários.



(a) (b) (c)
 Figura 6 - Sensor Sofá: (a) Idoso A; (b) Idoso B; (c) Idoso C. Fonte: O Autor.

Quanto ao acionamento do sensor colocado no box do banheiro, há também concordância de horário com as afirmações feitas pelos três idosos nos questionários, inclusive com relação à frequência dos banhos, figuras 7(a), (b) e (c). Este sensor é extremamente importante devido aos riscos inerentes ao box do banheiro, um local molhado e escorregadio, propício a quedas.



(a) (b) (c)
 Figura 7 - Sensor Chuveiro: (a) Idoso A; (b) Idoso B; (c) Idoso C. Fonte: O Autor.

Em resposta ao questionário, o idoso A afirmou que sai de casa entre 5:15 e 6:30 e 6:30 e 8:30 horas, o que pode ser visualizado no gráfico da Figura 8(a), que mostra o pico de acionamento do sensor da porta. Esse sensor é ativado toda vez que o indivíduo sai ou entra em casa. Este comportamento também pode ser observado nos gráficos das Figuras 8(b) e 8(c), que estão de acordo com as respostas dos idosos B e C. Porém, no gráfico da Figura 8(c) nota-se ativação do sensor no horário entre 12:00 e 13:00 hora, que não está de acordo com as respostas do idoso C ao questionário, e deve ser atribuído a um posicionamento inadequado do sensor que captou atividades não associadas a ação de sair ou entrar em casa.

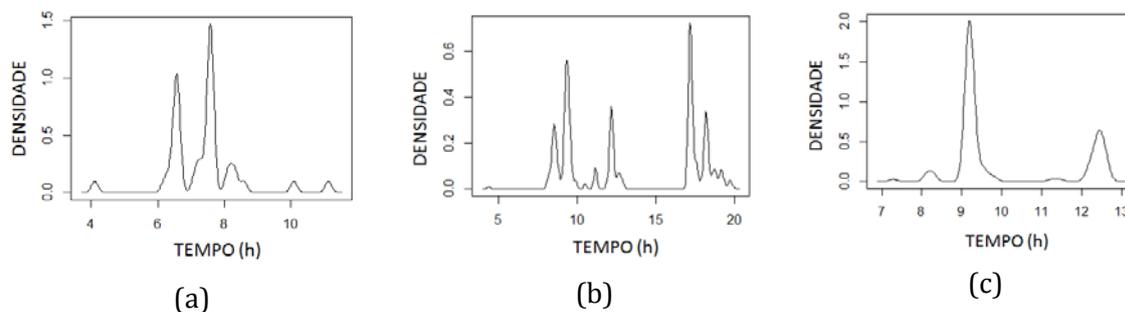


Figura 8 - Sensor Porta: (a) Idoso A; (b) Idoso B; (c) Idoso C. Fonte: O Autor.

Validamos assim, empiricamente, a simulação, que foi capaz de gerar um padrão de comportamento condizente com as respostas obtidas nos questionários aplicados. Os dados gerados através desse modelo de simulação por agentes podem, portanto, ser utilizados para o desenvolvimento e análise de algoritmos de identificação de padrões de comportamento.

6. Conclusão

O modelo proposto neste trabalho possui como fundamento a utilização de agentes para simulação dos padrões de comportamento de indivíduos, que residem sozinhos, através da aplicação de um questionário desenvolvido. Esse questionário possui perguntas que têm como objetivo principal conhecer o cotidiano de pessoas dentro das suas residências. Além disso, o modelo permite a construção de diferentes plantas de imóveis, a adição de móveis nestas plantas e o posicionamento de sensores para captar a movimentação próxima a eles, do morador no seu dia a dia.

Para validação do modelo, foi realizado um trabalho experimental onde o questionário desenvolvido nessa pesquisa foi aplicado em três pessoas com mais de 60 anos de idade e que moram sós. As respostas de cada questionário foram colocadas no software Questionário, desenvolvido para esta aplicação, e um arquivo no formato texto, contendo as informações de cada entrevistado foi gerado. Baseado nestes arquivos foi feita uma simulação, com sensores posicionados com o objetivo de verificar se os dados captados por eles condizem com as respostas dadas nos questionários. Mostramos uma boa aderência entre os resultados da simulação e as informações colhidas junto aos entrevistados. Pode-se agora fazer o caminho inverso, isto é, gerar dados via simulação a partir de questionários de comportamento, reais ou fictícios, e utiliza-los para o desenvolvimento de algoritmos que possam discernir padrões de comportamento e rotinas de um dia a dia dentro de uma residência. Economiza-se desta forma um tempo enorme que teria que ser gasto monitorando efetivamente residências para a colheita de dados com o objetivo de selecionar/desenvolver algoritmos eficientes. Embora isto seja necessário, passa a ser uma fase posterior no projeto.

4. Referências

BATISTA, A. S. ; et all. (2008), Envelhecimento e Dependência: Desafios para a Organização da Proteção Social, *Coleção Previdência Social*, 28.

BUKSMAN, S.; et all. (2008), Quedas em Idosos: Prevenção, *Projeto Diretrizes*.



CAMARGOS, M. C. S.; RODRIGUES, R. N.; MACHADO, C. J. (2011), Idoso, família e domicílio: uma revisão narrativa sobre a decisão de morar sozinho, *Revista Brasileira de Estudos de População*, 28, 217-230.

CARVALHO, A. A., *Padrão de Consumo dos Arranjos Familiares e das Pessoas Sozinhas no Brasil: Uma Análise por Gênero e Estratos Econômicos*, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ; Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE), RIO DE JANEIRO, 2010.

DIJKSTRA, E.W. (1959), A note on two problems in connection with graphs, *Numerische Mathematik*, 1, 269-271.

GRIMM, V.; et all. (2006), A standard protocol for describing individual-based and agent-based models, *Ecological Modelling*, 198, 115-126.

JONES, M.C.; WAND, M.P. (1995), Kernel Smoothing, Chapman and Hall/CRC

SIGNORETTI, A. (2012), Agentes Inteligentes com Foco de Atenção Afetivo em Simulações Baseadas em Agentes. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

TISUE, S.; WILENSKY, U. (2004), Netlogo: A simple environment for modeling complexity. In: in International Conference on Complex Systems. [S.l.: s.n.], 16-21.

WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. (1995) Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, v. 10, p. 115-152.