

# Avaliando Agentes Reativos em Ambientes de Tarefas Parcialmente Observáveis e Normativos

Levi Porto Figueiredo, Gustavo Augusto Lima de Campos, Mariela Inês Cortés

Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Caixa Postal 1531 – 60740-000 – Fortaleza – CE - Brasil

leviportofigueiredo@gmail.com, gustavo@larces.uece.br  
mariela@larces.uece.br

**Resumo.** *Humanos necessitam de leis que regulem as suas ações. Da mesma forma, quando aplicamos normas em sociedades de agentes, percebemos que tende a aumentar o desempenho do sistema segundo critérios que o projetista quiser. A proposta é avaliar o efeito que um tipo de norma de proibição de ações pode ter no desempenho de agentes reativos simples e agentes baseados em modelos com regras condição-ação, em ambientes de tarefas parcialmente observáveis. Estes agentes têm como princípio inibir aquelas regras, em seus conjuntos de regras condição-ação, que contenham alguma ação proibida como consequente. Os agentes demonstraram capacidade de entender estas normas específicas e evitar a realização de ações proibidas.*

**Abstract.** *Humans need laws to regulate their actions. In the same way, when we apply norms in agent societies, we perceive that it tends to increase the performance of the system according to criteria that the designer wants. The proposal is to evaluate the effect that a type of action prohibition rule can have on the performance of simple reactive agents and agents based on models with condition-action rules in partially observable task environments. These agents have as principle to inhibit those rules, in their sets of condition-action rules, which contain some prohibited action as a consequence. The agents demonstrated the ability to understand these specific norms and to avoid carrying out prohibited actions.*

## 1. Introdução

Ao longo da história humana, naturalmente, foi percebida a necessidade de orientar comportamentos humanos a fim de que o limite de um não ultrapasse o limite do outro. Tendo necessidade desta orientação de comportamento, foram criadas normas dentro de grupos humanos. A princípio estas normas apareceram como regras informais socialmente impostas. No entanto, como o passar do tempo, estas normas foram institucionalizadas em diversas organizações, em geral, determinado um comportamento esperado para cada uma de um conjunto de situações específicas [Ahmad 2012].

Da mesma forma que as normas são atualmente aplicadas às organizações humanas, é possível aplicar esta noção em uma sociedade de agentes artificiais visando controlar o comportamento dos agentes e aumentar o desempenho do sistema, de acordo com os critérios que o projetista desejar. Realmente a noção de normas vem sendo empregado como meios eficazes para o alcance desta finalidade para normalizar seus comportamentos [Alberti et al. 2011]. Os sistemas multiagente normativos podem ser considerados a combinação de dois campos que são os sistemas normativos e os sistemas multiagentes [Boella 2005].

Mais especificamente, um agente artificial contém um programa de computador, aqui denominado programa do agente, que têm a capacidade de receber informações perceptivas do ambiente por meio dos sensores, selecionar e enviar uma ação para que sejam executadas pelos atuadores do agente no ambiente. Diz-se que o programa é racional se fizer a coisa certa, de acordo com a medida de avaliação de desempenho estabelecida pelo projetista [Russell e Norvig 2004]. Russell e Norvig (2004) destacam as estruturas de quatro tipos de programas para auxiliar no projeto de agentes artificiais: Agentes reativos com regras de condição-ação, agentes com estado interno e regras de condição-ação, agentes orientados a objetivos e agentes orientado a utilidade.

Este trabalho foca em dois tipos de programas de agentes: os reativos simples e os reativos baseados em modelos. Em resumo, um programa de agente reativo simples seleciona suas ações baseando-se na informação perceptiva atual que chega de seus sensores e em um conjunto de regras condição-ação, ignorando o histórico de percepções prévias. Visando lidar com a observabilidade parcial do ambiente, um programa baseado em modelos mantém em memória uma descrição de estado de seu ambiente, o qual depende do histórico das percepções, e seleciona suas ações baseando-se nestas informações e em um conjunto de regras condição-ação.

Conceber agentes que sejam racionais para funcionar em ambientes parcialmente observáveis não é uma tarefa trivial. Existem várias propostas desenvolvidas para o problema em diversos ambientes de tarefas específicos [Aragão et al. 2014; Freire et al. 2013; Campos et al. 2012]. A maioria das propostas foca no desenvolvimento de mecanismos de atualização de estados internos para, primeiro, reduzir o conjunto de estados possíveis compondo os estados de crença do ambiente de tarefas do agente e, posteriormente, selecionar as ações levando-se em consideração informações em regras, metas e/ou funções utilidades [Russell e Norvig 2004].

Este artigo propõe investigar o efeito que um tipo de norma de proibição de ações específico pode ter no desempenho, em ambientes parcialmente observáveis, dos programas de agentes reativos simples e baseados em modelos e regras condição-ação. Os programas avaliados são capazes de entender estas normas e evitar a realização de ações proibidas por normas ativadas no ambiente de tarefas. Estes programas incorporam um princípio muito semelhante ao desenvolvido em outros trabalhos que tratam do assunto, ou seja, inibem aquelas regras no conjunto de regras condição-ação que contenha alguma ação proibida em seus consequentes [Aragão et al. 2014; Freire et al. 2013; Campos et al. 2012].

O artigo foi organizado em mais três seções. A Seção 2 apresenta um esboço da metodologia usada para avaliar o desempenho dos programas. A Seção 3 apresenta os resultados obtidos de quatro experimentos em quatro tipos de ambientes diferentes, variando a visibilidade dos sensores dos agentes, arquitetura e a presença de normas no ambiente. As Seções 4 e 6 apresentam algumas conclusões, os próximos passos e as principais referências adotadas. A Seção 5 é composta de agradecimentos.

## **2. Esboço da Metodologia**

O **ambiente de tarefas** proposto para realizar os experimentos consiste em uma representação de uma casa com cinco compartimentos, três superiores e dois inferiores, separados por cinco paredes. Em todos os experimentos, em média seis locais de cada compartimento foram marcados como contendo sujeira. O ambiente é estático, isto é, uma

vez que o local foi limpo, não volta a conter sujeira. A Figura 1(a) mostra a geografia do ambiente 1. A Figura 1(b) apresenta o ambiente 2. A Figura 1(c) representa o ambiente 3 e a Figura 1(d) descreve o ambiente 4 de tarefas dos aspiradores de pó.

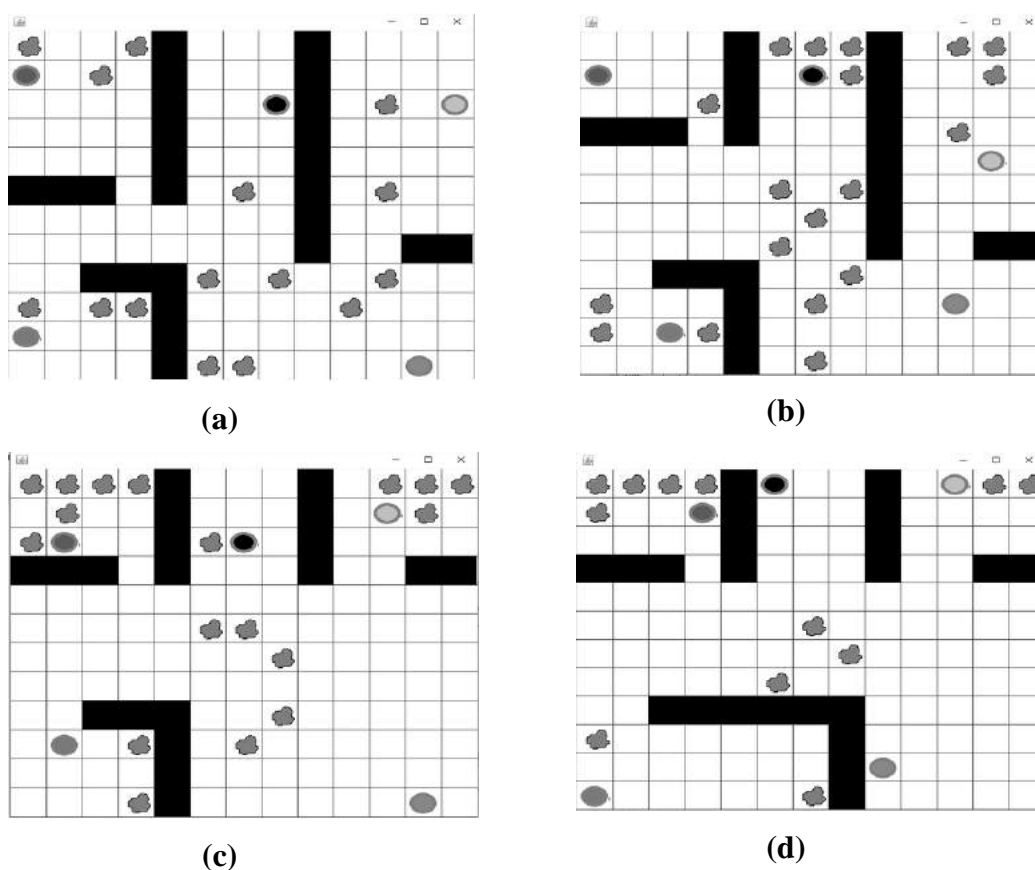


Figura 1. Ambientes de Tarefas dos Agentes

Os **agentes aspiradores de pó** foram representados por meio de círculos coloridos, nos cinco compartimentos da casa. Os sensores de cada agente permitem a percepção de informações de um ou dois locais nas adjacências do local onde o agente está. Os atuadores de cada agente permitem a realização de movimentos e de limpeza da sujeira do ambiente. Se um agente perceber um local contendo sujeira, ele limpa o local e se movimenta. Se o local estiver limpo, o agente se movimenta para outro local.

O programa de agentes reativo simples seleciona de maneira aleatória as ações que causam os movimentos para cima, baixo, direita ou esquerda. O programa de agentes reativos com estado interno armazena as posições por onde passa empregando uma fila encadeada limitada. Este programa seleciona suas ações dando prioridade aquelas ações que levam os agentes a locais que ainda não foram visitados ainda, ou seja, que não estão na sua memória interna.

Inicialmente, foram realizados experimentos visando comparar os desempenhos dos dois tipos de programas de agentes citados, nas situações em que os sensores disponibilizam informações apenas sobre um e dois locais adiantes. Posteriormente, os experimentos foram realizados visando perceber o efeito de um tipo específico de **norma de proibição** no desempenho dos programas. Mais especificamente, estas normas são

ativadas no ambiente sempre que algum agente estiver diante de uma porta, proibindo-os de sair dos compartimentos em que estão.

Foram selecionados resultados referentes a quatro situações: agentes reativos simples com raio de visão de até um quadrado ao seu redor (visão 1), agentes reativos com estado interno e visão 1, agentes reativos simples com visão 2 e agentes reativos com estado interno e visão 2 para cada um dos 4 ambientes. A avaliação de desempenho levou em consideração o número de passos realizados por cada um dos agentes, significando que quanto menor o número, mais rápido foi a limpeza do ambiente. Cada programa foi executado vinte vezes e os valores médios foram obtidos.

### 3. Resultados Iniciais

A Figura 2 apresenta a avaliação de desempenho dos agentes em cada um dos ambientes. As duas primeiras barras apresentam a média de passos dos **agentes reativos com o raio de visão 1** (A.R com Visão 1). As duas barras posteriores apresentam a média dos **agentes reativos com raio de visão 2** (A.R com Visão 2). A quinta e a sexta, apresentam a média de passos dos **agentes com estado interno e raio de visão 1** (A.B.M. com Visão 1). As últimas duas barras apresentam a média dos **agentes com estado interno e raio de visão 2** (A.B.M. com Visão 2). Para cada um dos quatro tipos de agentes, mediu-se a média de passos no ambiente com e sem normas (S/N e C/N).

Na Figura 2(a), a média de passos executados pelos agentes reativos simples com visão de raio 1 foi de 231.4, sem a norma, e de 143.35 com a norma, aumentando o desempenho do SMA em 0.61 vezes. Estendendo o raio de visão destes agentes para 2, a média obtida foi de 121 sem a norma e de 67.85 com a norma, tendo um aumento no desempenho de 0.78 vezes. Nos agentes baseados em modelo, com o raio de visão 1, a média de passos obtida, sem a norma, foi de 104.45 e, com a norma, de 42.9, alcançando um aumento de desempenho de 1.43 vezes, já com o raio de visão 2, a média de passos antes da norma foi de 29.45 e depois de 36.75, tendo uma diminuição no desempenho de 0.2 vezes.

A Figura 2(b) apresenta resultados obtidos dos quatro tipos de agentes no ambiente 2. Nos agentes reativos simples, com visão 1, sem a norma, a média de passos foi de 190.8, já introduzindo a norma, é obtida a média de 126.9 passos, alcançando um aumento de desempenho de 0.5 vezes. Aumentando o raio de visão para 2, a média de passos sem a norma fica de 147.4 e, com a norma, de 93.55, tendo um aumento no desempenho do SMA de 0.57 vezes. Já nos agentes com estado interno, com visão de raio 1, a média de passos, antes da introdução da norma, foi de 116.45 e, depois, de 64.75, aumentando o desempenho em 0.79 vezes. Estendendo o raio de visão para 2, destes agentes, a média de passos foi de 75.6 sem a norma e de 82.75 com a norma, diminuindo o desempenho em 0.09 vezes.

A Figura 2(c) vem mostrar os resultados obtidos no ambiente 3. Com os agentes reativos simples com visão de raio 1, sem a norma, a média ficou de 158.5 e, com a norma, de 151.65, aparecendo o aumento no desempenho de 0.04 vezes, já com o raio de visão 2, sem a norma, foi de 79.1 e, com a norma, de 44.25, tendo o aumento de desempenho de 0.78 vezes. Nos agentes com estado interno, os resultados das médias para o raio de visão 1 foi de 106.95 e 56.8 sem e com a norma, respectivamente, obtendo o aumento de desempenho de 0.88 vezes. Estendendo o raio de visão destes agentes para

2, a média de passos sem a norma ficou de 27.5 e, com a norma, de 62.7, diminuindo o desempenho em 0.57 vezes.

Na Figura 2(d), o ambiente testado é o ambiente 4. Em agentes reativos, com o raio de visão 1, sem a norma, a média de passos ficou de 210.05, com a norma, de 135.35, tendo o aumento de desempenho de 1.55 vezes. Estendendo a visão de raio para 2, sem a norma a média foi de 193.85 e, com a norma, foi de 88.5, obtendo o aumento de desempenho de 2.19 vezes. Nos agentes dotados de estado interno, com o raio de visão 1, sem a norma, a média foi de 85.25 e, com a norma, de 38.4, conseguindo o aumento de desempenho de 2.22 vezes. Para o raio de visão 2 destes agentes, a média foi de 32.65 sem a norma e de 25.75 com a norma, tendo o aumento no desempenho de 1.26.

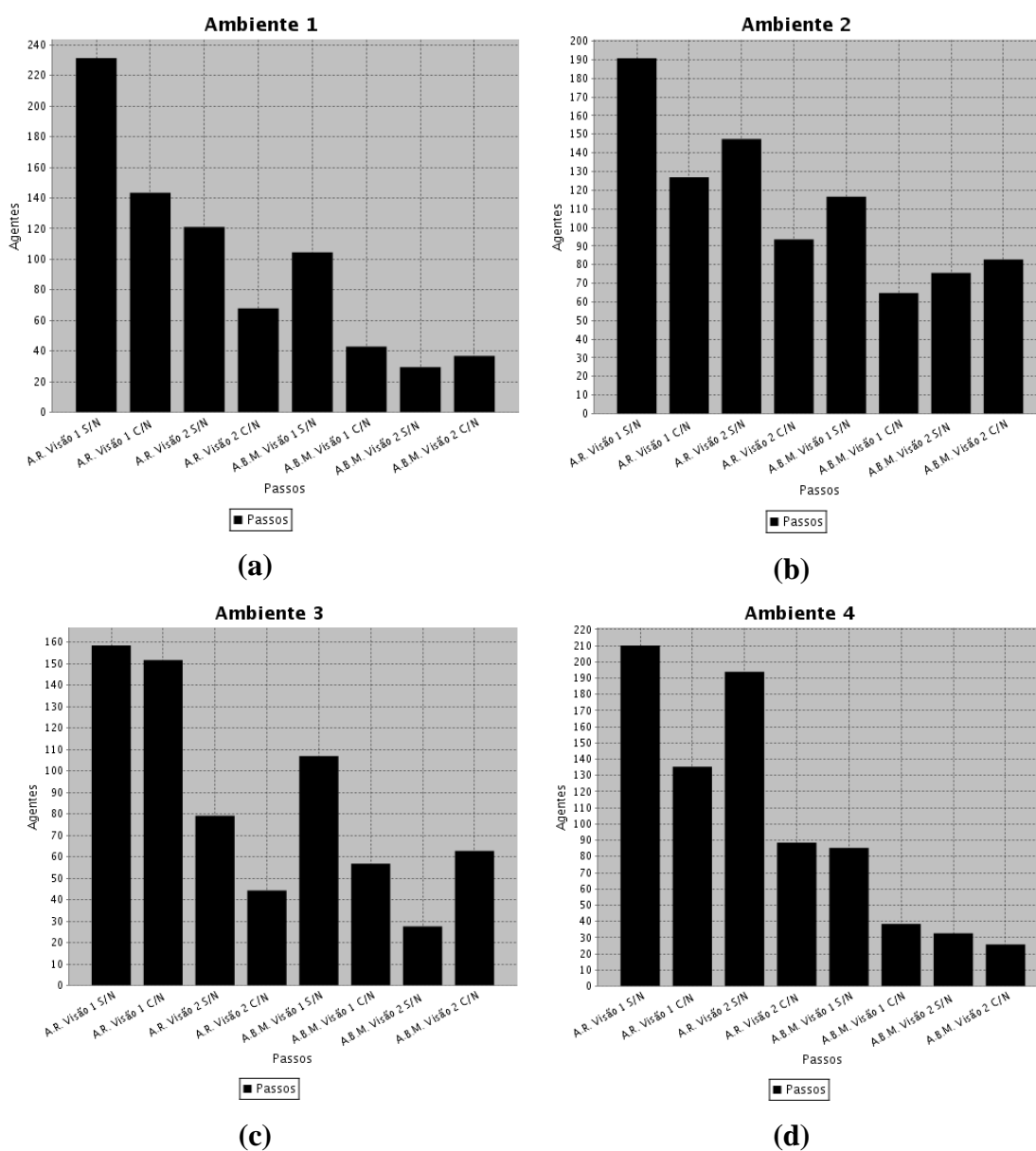


Figura 2. Resultados Iniciais

#### 4. Conclusões e Próximos Passos

Os resultados obtidos demonstram uma tendência a melhoria em ambientes mais homogêneos no desempenho dos programas de agentes reativos simples e baseados em modelos quando realizam tarefas em ambientes parcialmente observáveis, mas em que existem determinadas normas que quando ativadas proíbem a realização de determinadas ações. Quando o ambiente começa a ficar com compartimentos heterogêneos, é possível perceber que o desempenho diminui, as vezes, ao aplicar esta norma de proibição.

Quando aplicamos as normas de proibição nessa sociedade Multiagente do mundo dos aspiradores de pó, os agentes permanecem no mesmo compartimento, limpando seu espaço próprio, utilizando a divisão de trabalho, para melhorar o desempenho.

A perspectiva de trabalho futura seria acrescentar mais normas dentro da arquitetura dos agentes, com o objetivo de perceber melhor o efeito delas. Seria aumentando normas de proibição, obrigação e permissão.

#### 5. Agradecimentos

O presente trabalho foi parcialmente suportado pelo Conselho Nacional Científico e Tecnológico, Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico e pela Universidade Estadual do Ceará.

#### 6. Referências

- Ahmad A. (2012) “An agent-based framework incorporating rules, norms and emotions (OP-RND-E) [Ph.D. thesis]”, Universiti Tenaga Nasional, Selangor, Malaysia.
- Alberti M., Gomes A. S., Goncalves R., Leite J., and Slota M. (2011), “Normative systems represented as hybrid knowledge bases,” in Computational Logic in MultiAgent Systems: Proceedings of the 12th International Conference on Computational Logic in Multi-Agent Systems (CLIMA '11), vol. 6814 of Lecture Notes in Computer Science, pp.330–346, Springer, Berlin, Germany.
- Boella G., Vander Torre L. e Verhagen H. (2005), “Introduction to normative multiagent systems,” in Proceedings of the 1st International Symposium on Normative Multiagent Systems (NorMAS '05), pp.1–7, April.
- Russel, S. , Norvig, P. (2004) “Artificial Intelligence: a modern approach.” Prentice-Hall, New Jersey.
- Aragao P., Campos G., Cortés M., Cruz F. (2014) “Uma abordagem para o tratamento racional de normas de obrigação em ambientes de tarefas normativas” [Autosoft Review], Universidade Estadual do Ceará, Ceará
- Freire E., Campos G., Cortés M., Vasconcelos W. (2013) “An approach for norm-based behavior modification in model-based reflex agents” .In: 15th International Conference on Artificial Intelligence (ICAI), Las Vegas, Nevada, USA, Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence.
- Campos G., Freire E., Cortés M. (2012) “Norm-based behavior modification in reflex agents”.In: 14th International Conference on Artificial Intelligence (ICAI), Las Vegas, Nevada, USA, Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence.