

Integrating CartAgO Artifacts for the Simulation of the Social Production and Management of Urban Ecosystems: the case of San Jerónimo Vegetable Garden of Seville, Spain

Flávia Santos, Henrique Rodrigues, Thiago Rodrigues
Diana F. Adamatti, Graçaliz P. Dimuro
Programa de Pos-Graduação em Modelagem Computacional
Universidade Federal de Rio Grande, FURG
Rio Grande, Brazil
Email: faflasan@gmail.com

Glenda Dimuro, Esteban de Manuel Jerez
Depto de Expresión Gráfica y Arquitectónica,
Universidad de Sevilla
Sevilla, Spain
Email: glenda.dimuro@gmail.com

Abstract—The paper presents some new results obtained with the modeling of a multi-agent system for the simulation of the social production and management processes of an urban ecosystem, namely, the urban vegetable garden San Jerónimo (HSJ) of Seville, Spain. The modeling was obtained by the application of several tools related to the JaCaMo platform, as the MOISE+ model for the organization modeling, the CartAgO and MSPP frameworks for the construction of normative and communication artifacts. The aim is to provide tools for the modeling of the interactions between organizational roles when performing periodic actions in the HSJ's social system routines. Furthermore, we show an initial proposal for integration between JaCaMo tools in the context of HSJ.

Keywords—Periodic routines, JaCaMo, Artifacts; multiagent systems; Social Systems;

I. INTRODUÇÃO

Para reparar danos ambientais é necessário solucionar questões sociais e econômicas, que implicam mudanças de mentalidades e comportamentos, ampliando a participação e implicação de cidadãos na defesa do seu entorno. É neste ponto que se faz a conexão entre a ecologia urbana e a produção e gestão social do habitat [1], [2], [3], [4]. Transpor a sustentabilidade da teoria à prática significa conceber o ser humano e o território onde a maioria da espécie se desenvolve – as cidades – como parte da natureza, sob o conceito de “ecossistemas urbanos” [5], [6]. Um ecossistema urbano não é uma simples agregação de espaços aleatórios, mas um todo conectado com redes dentro de redes com causas e efeitos; um habitat com uma estrutura coerente com os paradigmas culturais e necessidades específicas de um determinado grupo e contexto; um processo de incremento incessante de informações; um território fisicamente fechado, mas aberto a fluxos de energia e recursos.

O conceito de produção e gestão social de ecossistemas urbanos pode ser compreendido como a geração de novas situações, físicas ou relacionais, mediante a construção, transformação ou eliminação de objetos físicos ou de objetos relacionais com objetivo de assegurar, nas novas situações

produzidas, o cumprimento de suas funções sociais e ambientais [2], [3]. Isto inclui a participação cidadã nos processos de planejamento e transformação urbana, articulando distintos agentes envolvidos (governo, instituições, técnicos, cidadãos), formando uma rede estruturada e apoiada em mecanismos e ferramentas que possibilitem a distribuição igualitária de poder na tomada de decisões, de modo que todos agentes possam participar, dialogar ativamente em todo processo de determinado projeto, desde sua planificação até a gestão. A produção gestão social de ecossistemas urbanos contribuem ao fortalecimento de práticas comunitárias, ao aumento da responsabilidade por um projeto coletivo, ao exercício da democracia, ao desenvolvimento de ações mais solidárias, incluindo tanto temas produtivos e econômicos, como ambientais.

Este trabalho apresenta alguns resultados preliminares obtidos na modelagem de um sistema multiagente para a simulação da produção e gestão social de um ecossistema urbano - um esforço conjunto para a inter-relação do conhecimento, buscando interpretações coletivas, adotando como estudo de caso a tendência atual de (re) aproximar o campo à cidade através de hortas urbanas. A organização escolhida é o projeto de hortas sociais realizado no Parque San Jerónimo (Sevilha/Espanha), impulsionada pela ONG Ecologistas em Acción.

O objetivo geral do Projeto onde se insere este trabalho é desenvolver uma ferramenta de simulação baseada em SMA para a análise da realidade atual do projeto, permitindo discussões sobre os processos de gestão social adotadas, e também para investigar como possíveis mudanças nas ações, comportamentos e papéis assumidos pelos agentes na organização, especialmente do ponto de vista de sua participação nos processos de tomada de decisões, podem transformar esta realidade, desde o ponto de vista social, ambiental e econômico, e contribuir para a sustentabilidade do projeto HSJ.

A ferramenta adotada neste Projeto é a plataforma JaCaMo (<http://jacamo.sourceforge.net/>) [7], que é um *framework* para programação multiagente que combina três tecnologias distintas, ou seja, Jason (para programação de agentes) [8], Cartago

(para artefatos do ambiente de programação) [9] e MOISE+ (para modelagem da organização multiagentes) [10], [11].

Em trabalhos anteriores [12], [13], apresentou-se a primeira fase da modelagem da organização do SMA, desenvolvida usando o modelo organizacional MOISE+, identificando os papéis organizacionais da horta San Jerónimo e suas rotinas, as interações sociais, as normas reguladoras e constitutivas.

No entanto, verificou-se que, embora o modelo MOISE+ possibilite a visualização estrutural do sistema organizacional, bem como seus schemes, permitindo facilmente ver, por exemplo, a ordem em que os objetivos devem ser atingidos, as interações entre os papéis organizacionais, não é possível concretizar a modelagem de um sistema social que envolva o aspecto de “periodicidade” em suas rotinas. Observe que a organização social da HSJ é baseada na realização das rotinas periódicas pelos papéis e também no cumprimento das normas que regulam seus comportamentos periódicos. Assim, para contornar esse problema, optou-se por explorar mais a plataforma JaCaMo e utilizar outra ferramenta relacionada, a saber, o *framework* MSPP (Modelagem e Simulação de Políticas Públicas) [14], que mostrou-se adequado, permitindo especificar a periodicidade das rotinas de papéis para o sistema da HSJ.

Então, no presente artigo, propõe-se a integração entre diversos tipos de Artefatos (Organizacionais, Normativos, de Comunicação e Físicos) e o ambiente para o domínio da HSJ através do *framework* CARtAgO na plataforma Jason. Para construir os artefatos normativos levaram-se em consideração as normas da HSJ e utilizou-se o *framework* MSPP (Modelagem e Simulação de Políticas Públicas).

Diagramas de atividades da UML foram utilizados inicialmente para identificar como ocorrem as interações entre os papéis, com objetivo de definir uma abordagem para lidar com a comunicação de papéis em interações usando artefatos CARtAgO, visando afastar dos agentes que desempenham papéis organizacionais a lógica de troca de mensagens utilizando um determinado protocolo, obtendo uma abordagem mais modular de comunicação do agente. Para isso, foram criados Artefatos de Comunicação divididos em dois grupos “artefatos de atos de fala” e “artefatos de protocolo”, implementados através do *framework* CARtAgO [15].

O artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção II, identificam-se os papéis que compõem a organização da HSJ e suas rotinas, com base em normas constitutivas e regulativas, construídas a partir do regulamento da HSJ. Na Seção III, apresenta-se o estudo sobre a plataforma JaCaMo e suas três tecnologias Jason, CartAgO e MOISE+ e o *framework* MSPP para modelagem de rotinas de papéis na HSJ. A Seção IV descreve uma breve introdução sobre a criação e uso dos artefatos para o estudo de caso da HSJ. A Seção V apresenta exemplos de uso dos artefatos no contexto da horta. A Seção VI é a Conclusão.

II. PROJETO HORTAS DE ÓCIO (HUERTOS DE ÓCIO)

A Horta San Jerónimo (HSJ) é uma iniciativa da ONG Ecologistas em Acción com o objetivo de fomentar a participação social em práticas de agricultura orgânica, mediante o uso e desfrute de hortas de *lazer*, e realização de

atividades vinculadas com a educação ambiental. Atualmente a zona de hortas ocupa uma área de mais ou menos 1,5 hectares do Parque de São Jerónimo, com um total de 42 parcelas (dimensões entre $75m^2$ e $150m^2$) que se distribuem em hortas de ócio (principalmente cuidadas por hortelãos aposentados, mas não exclusivamente), hortas escolares (dedicadas aos alunos do ensino fundamental das escolas do bairro) e em parcelas cedidas a outras associações para experimentos científicos (como a Rede Andaluzia de Sementes e a Plataforma Andaluzia Livre de Transgênicos). As hortas são designadas aos hortelãos e o direito a utilização (e não a propriedade) da parcela ocorre por um prazo de dois anos prorrogáveis – sempre que cumpram as normas e regras estabelecidas no regulamento definido pela ONG. Suas principais características são o fato de ser uma horta social sem fins lucrativos, ou seja, a produção é dedicada para o autoconsumo daqueles que as cultivam (a venda é ilegal) e ser apoiada economicamente por financiamento municipal e colaboração dos participantes.

A HJS é regida por normas e a ONG é quem verifica o cumprimento destas normas. Quando alguma norma é desobedecida, deve ser aplicada uma punição/sanção de acordo com o regulamento da horta, podendo o hortelão responsável ser expulso da parcela sob sua responsabilidade. A Figura 1 mostra exemplos destas regras, discutidas em maior detalhe em [12]. Por exemplo, durante o uso da horta, o agente hortelão precisa permissão junto a organização para “plantar árvores com ciclo maior que dois anos”, que pode ou não ser autorizada e não tem uma sanção como resultado. Por outro lado, tem-se a norma “proibido vender produto cultivados na horta”, que é considerada uma falta grave e se o hortelão acumular três faltas graves, uma assembléia é convocada e é decidido por votação dos hortelãos que possuem parcelas na HSJ se o “hortelão infrator” permanece ou será expulso do projeto.

Tipo da Norma	Situação em que se aplica	Ação Normalizada				Repet. realizador	Verificador da ação	Sanções (Punições, Recompensas)
		Pré-condição	Normalização	Id da ação	Resultados			
Regulativa	Durante o uso da horta	Possuir uma parcela	Proibição	Vender produtos da horta	Continuar na horta OUX Sair da horta (depende do número de faltas graves)	Hortelão	ONG (Técnicos)	Punição: Falta grave (cumulativa)
Regulativa	Durante o uso da horta, mensalmente	Possuir uma parcela	Obrigação	Pagar mensalidade	Ganha auxílio de o cultivo E Continua na horta; Não ganha auxílio de cultivo E Sai da horta (depende do número de faltas graves)	Hortelão	ONG (Secretaria)	Punição: Falta grave (cumulativa)
Constitutiva	Durante o uso da horta	Possuir uma parcela	Permissão	Plantar árvores com ciclos maiores 2 anos	Continuar na horta, Sair da horta (depende do número de faltas graves)	Hortelão	ONG (Técnicos)	-
Regulativa	Durante o uso da horta	Possuir uma parcela	Proibição	Modificação do desenho da horta	Continuar na horta, Sair da horta (depende do número de faltas graves)	Hortelão	ONG (Técnicos)	Punição: Falta grave (cumulativa)

Fig. 1. Parte da tabela de normas da HSJ

III. A PLATAFORMA JACAMO E MSPP *framework* PARA MODELAGEM DE ROTINAS DE PAPÉIS NA HSJ

No estudo realizado na Horta San Jerónimo (HSJ) foram identificados alguns papéis, os quais possuem rotinas seguidas periodicamente, ou seja, atividades realizadas pelos hortelãos que se repetem em intervalos regulares. Na JaCaMo, a modelagem de rotinas periódicas como estas não pode ser feita facilmente, pois não há ferramentas nativas na plataforma que permitam esta especificação. Atualmente, os processos permitidos no sistema multiagente i.e. os objetivos que devem ser atingidos, podem ser descritos por meio do modelo MOISE+. Este modelo permite um bom nível de abstração para especificação destas unidades, bem como a definição de uma hierarquia entre os mesmos. Entretanto, uma rotina envolve a satisfação de objetivos periódicos (períodos de um

mês, uma semana, um dia) e no modelo não há estruturas para isto. Quando um objetivo é atingido ele é considerado na dimensão Deontica/Normativa como satisfeito, ou seja, não gera objetivos de manutenção para que possa ser retomado novamente de uma rotina periódica.

A satisfação destes objetivos estão relacionadas diretamente ao modelo Moise, ou seja, quando um objetivo é atingido ele é considerado na dimensão Deontica/Normativa como satisfeito, ou seja, não gera objetivos de manutenção para que possa ser retomado novamente de uma rotina periódica.

Em sistemas sociais, há também muitas situações onde ocorre a aplicação de normas, que impõem sanções sob ações realizadas pelos agentes. Na HSJ, foram identificadas diversas ações normatizadas desta forma, como “vender produtos da horta”, “utilização de mangueiras na regagem” e “uso de produtos químicos no cultivo das hortas”.

Da mesma forma como não há estruturas na plataforma para definição de periodicidades (de ações, de satisfação de objetivos), não há meio para definir normas, seus atributos básicos (nome, período, papel que a aplica) e as suas sanções.

Objetivando oferecer uma forma modular para descrição de normas periódicas, de modo a facilitar a modelagem do sistema social compreendido pela HSJ, utiliza-se *framework* MSP, que é implementado, não como extensão, mas como complemento ao suporte da JaCaMo através do MOISE+ pela dimensão Deontica/Normativa. O mesmo complementa o modelo MOISE+, oferecendo mais uma camada de abstração. Nela, rotinas são modeladas e sofrem ação de normas definidas no *framework*, enquanto que em uma camada inferior, no modelo MOISE+, são especificadas as ações normatizadas, e que constituem as rotinas.

A. Jason

Jason é um interpretador para a linguagem *AgentSpeak-L* e provê uma plataforma para desenvolvimento de sistemas multiagentes, incluindo comunicação entre agentes baseada na teoria dos atos de fala. Utilizando o *SACI* (Simple Agent Communication Infrastructure), um SMA desenvolvido em Jason pode ser distribuído em uma rede de computadores sem muito esforço. Existem muitas implementações *ad hoc* de sistemas BDI, contudo uma característica importante do *AgentSpeak-L* é sua fundamentação teórica. Outra característica importante do Jason em comparação com outros sistemas BDI é que ele é implementado em Java (portanto multi-plataforma) e é disponível como *Open Source* sob a licença GNU LGPL [7].

B. CartAgo

CartAgo (Common ARTifact infrastructure for AGents Open environments) é um *framework* para a programação e execução de ambientes virtuais para sistemas multiagentes. Através do *framework* CartAgo é possível implementar ambientes virtuais, onde implementa-se o ambiente como uma camada computacional que encapsula as funcionalidades e os serviços não-autônomos que os agentes podem explorar em tempo de execução.

CartAgo é baseado no meta-modelo Agents & Artefacts (A & A) [9] para modelar sistemas multiagentes. Este modelo introduz uma metáfora de alto nível retirada da ideia de

que humanos trabalham de forma cooperativa com o seu ambiente: agentes são como entidades computacionais que realizam algum tipo de tarefa orientada para alcançar um objetivo (em analogia aos trabalhadores humanos), e artefatos são como recursos e ferramentas dinamicamente construídas, manipuladas e compartilhadas pelos agentes para dar suporte e realizarem suas atividades individuais e coletivas (como artefatos no contexto humano).

Assim, é possível desenvolver artefatos os quais são instanciados no ambiente e podem prover serviços para os agentes, podendo inclusive realizar uma comunicação com serviços externos do tipo web-services, contribuindo para programação de agentes. CartAgo é uma tecnologia Open Source, disponível em [9], e inclui uma API baseada na linguagem Java para programar os artefatos.

C. MOISE+

O modelo organizacional MOISE+ [11] foi desenvolvido para modelar a organização de SMA e consiste na especificação de três dimensões: a estrutural, onde definem-se papéis e ligações de heranças e grupos; a funcional, onde é estabelecido um conjunto de planos globais e missões para que as metas sejam atingidas; e a deontica, que é a dimensão responsável pela definição de qual papel tem obrigação ou permissão para realizar cada missão.

Assim, MOISE+ é um modelo de organização para sistemas multiagentes baseado em noções como papéis, grupos e missões. Isso permite que o sistema tenha sua organização explícita e que seja usada uma plataforma que faça os agentes cumprirem com suas obrigações da organização.

A Especificação Funcional é constituída por um conjunto de Esquemas Sociais (schemes sociais), que é um conjunto de metas estruturado por meio de planos. Esquema Social: o conjunto de todos os esquemas sociais é denotado por SCH e um esquema sch é representado pela tupla $sch = (G;P;M; mo;nm)$ onde

- G é o conjunto de metas do ES sch ;
- P é o conjunto planos (constrói a árvore de decomposição de metas);
- M é o conjunto de missões, ou seja, um conjunto de metas globais que pode ser atribuído a um agente através de um de seus papéis(ligam os agentes aos planos);
- $mo: M \mapsto \mathbb{P}(G)$ é uma função que determina o conjunto de metas de cada missão;
- $nm: M \mapsto \mathbb{N} \times \mathbb{N}$ determina o número (mínimo e máximo) de agentes que devem se comprometer em cada missão.

Um ES é uma árvore de decomposição de metas globais onde a raiz é a meta do ES e a decomposição é feita por meio de planos (denotados pelo operador \Rightarrow) que indicam uma forma de satisfazer uma meta. Por exemplo, no plano $g0 = g1, g2, g3$, a meta $g0$ é decomposta em três planos indicando que ela será satisfeita somente se os planos $g1, g2, g3$ também serem satisfeitos.

D. framework MSPP (*Modelagem e Simulação de Políticas Públicas*) framework

O *framework* MSPP (Modelagem e Simulação de Políticas Públicas) foi desenvolvido para modelagem e simulação de políticas públicas e conforme Seção IV (Artefatos Normativos) foram feitas adaptações para o sistema da HSJ. O MSPP concretiza-se no formato de artefatos no modelo CArtAgO para modelar e projetar sistemas multiagente. Neste *framework* estão incluídos dois tipos de artefatos normativos que são: NormObrig e NormPrb, modelando normas de obrigação e proibição, respectivamente.

Além dos artefatos, estão previamente inseridos agentes para executar/verificar tais normas. São eles: o agente governamental (responsável por emitir normas), os agentes sociais, que estão submetidos às normatizações e buscam atingir objetos próprios e os agentes governamentais detectores e/ou efetores, responsáveis por detectar o cumprimento das normas de uma política emitida pelo agente governamental, como também regulamentar recursos do ambiente e aplicar possíveis sanções a ações que caracterizarem o descumprimento das normas.

O *framework* pressupõe adotar estes quatro tipos de agentes interagindo para promover o ciclo de política, para que seja criada uma política, que os agentes sociais como também os governamentais tomem conhecimento desta e, por fim que todos passem a ter seus objetivos orientados seguindo aquilo que foi estipulado e de acordo com seus papéis. As normas previamente inseridas estão estruturadas da seguinte maneira em [14]:

- Id: o identificador da norma;
- Destinatário: especifica o papel ao qual a norma se aplica;
- Ação: especifica uma ação a ser realizada pelo agente que assume o papel ao qual a norma foi endereçada;
- Condição: especifica uma condição contextual necessária para a aplicação da norma;
- Periodicidade: especifica o evento que deve ocorrer (mês, semana, ou uma ação específica) para que se verifique a condição;
- Exceção: especifica uma condição na qual a norma não se aplica;
- Sanção: especifica a sanção a ser aplicada no caso da violação da norma.

Os agentes sociais e também os agentes efetadores e detectores estão constantemente observando as normas como também tomam conhecimento de uma eventual modificação ou exclusão delas do sistema. O conhecimento destes sobre as normas é adicionado através de crenças onde se define que uma ação qualquer é proibida, obrigatória, ou se necessita ser observado o estado atual da permissão ou se é resguardado o direito de executá-la, como apresentado no estudo de caso da HSJ. Uma vez cometida uma infração a essas normas, cabe ao agente detector e/ou efetador buscar junto ao artefato a devida sanção e eventualmente aplicá-la. Os recursos públicos disponíveis no ambiente e até o mesmo devem estar disposto também na forma de um artefato CArtAgO a fim de estabelecer maior interação entre o sistema.

IV. CRIAÇÃO DOS ARTEFATOS PARA O ESTUDO DE CASO DA HSJ

A proposta deste artigo é a integração entre diversos tipos de Artefatos (Organizacionais, Normativos, de Comunicação e Físicos) para o domínio da HSJ. Nesta seção apresenta-se um breve roteiro de criação dos Artefatos Normativos e de Comunicação. Em seguida, mostra-se o uso dos artefatos através de exemplos criados a partir das rotinas da HSJ.

Os **Artefatos Organizacionais** são os artefatos que fazem a comunicação entre a organização definidas a partir do modelo criado no MOISE+ [12] e a população de agentes. A integração deste modelo com os outros componentes da plataforma Ja-CaMo ocorre por meio de dois artefatos existentes por padrão no *framework* CArtAgO: GroupBoard e SchemeBoard. Ambos pertencem ao pacote `ora4mas.nopl`, contido na distribuição padrão do *framework*.

Os **Artefatos de Comunicação** devem ter a função de mediar à comunicação, ou seja, encaminhar mensagens aos respectivos destinatários, fiscalizando a ordem de execução do envio destas. Os Artefatos de Comunicação são divididos em dois grupos [15]:

- artefatos de protocolo: são responsáveis pelo encapsulamento da lógica de algum protocolo de comunicação (tipo de comunicação que em geral é mais complexa);
- artefatos de atos de fala: executam atos de fala simples.

A comunicação é realizada através da invocação das operações disponíveis nos artefatos e após os procedimentos de inicialização e criação dos artefatos, obrigatoriamente a primeira ação que os agentes devem realizar é seu cadastro nos artefatos, através da operação *subscribe*. Em seguida, é necessária a execução da operação *focus* para cada artefato em uso. Dessa forma o agente perceberá quaisquer mudanças nas propriedades observáveis dos artefatos, mapeando-as para sua base de crenças.

Finalmente, a comunicação se dará pela chamada às operações disponíveis nos artefatos, parametrizadas com os identificadores da conversa(id), do agente destinatário, tipo de mensagem, a mensagem e o remetente. Cada operação de envio dispara um sinal, percebido pelo receptor. Isto lhe informa que há uma mensagem nova, bem como quem a mandou e qual o identificador da conversa. Os artefatos implementados no projeto são: *AcceptProposal*, *Agree*, *CallForProposals*, *Failure*, *Inform*, *Message*, *Propose*, *Reject* e *Request*. Contudo, para o contexto da HSJ e os testes executados, os artefatos *Request* e *Inform* tem suprido as necessidades do sistema até o presente.

Os **Artefatos Normativos** tem a função de demonstrar como ocorrem as relações e interações entre os papéis com relação às normas da HSJ e sendo esta uma organização social baseada no cumprimento das normas que regulamentam os comportamentos dos agentes, adaptou-se com alguns ajustes, à tabela de normas demonstrada na Seção II aos parâmetros do *framework* MSPP [14] descrito na Seção III, pois foram identificados na tabela que regulamenta a HSJ, além dos tipos de normas de obrigação e proibição, outras duas sendo elas as normas de permissão e direito, as quais foram inseridas ao *framework* com o objetivo de adequação ao sistema da

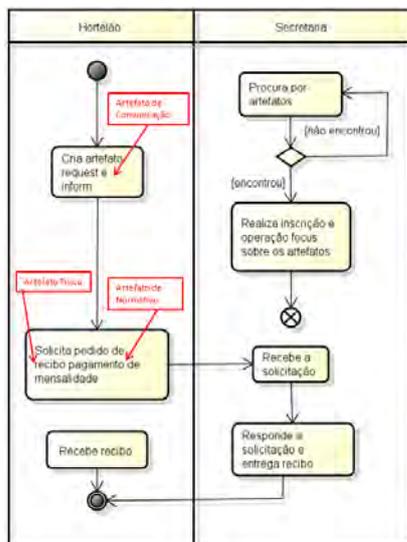


Fig. 2. Diagrama Atividades Pagamento Mensalidade-HSJ

organização da HSJ que possui estas normas explícitas no regulamento. A estrutura das normas implementadas mediante a tabela segue a seguinte forma:

Norma (Id; Tipo de norma: obrigatório, proibido, direito ou permissão; Ação; Sanção; Parâmetro de extensão da sanção). Nota-se portando a adição do parâmetro de extensão da sanção, isto pois as sanções previstas na HSJ estipulam que o agente social pode ser penalizado com uma falta leve, falta grave ou expulsão arbitrária, mas há casos em que as faltas são cumulativas, e que havendo reincidência destas, num total de três vezes é convocada uma assembleia para determinar a continuação desse “infrator” no projeto. Também foi acrescentado um parâmetro que informa o tipo de norma: obrigação, proibição, direito ou permissão. É previsto que ao integrar a estrutura organizacional implementada no MOISE+, seja utilizado os demais parâmetros propostos no *framework* MSPP : Destinatário e Periodicidade. Isto pois os agentes vão estar condicionados a um papel e que este por sua vez possui rotinas atreladas a periodicidade tais como “pagar mensalidade” por exemplo.

Assim, um exemplo de norma aplicada a HSJ ficaria estruturada da seguinte forma: Norma (n22, Hortalão , Obrigação, Pagar a Mensalidade, Mensal, Falta Grave, Cumulativa).

Os **Artefatos Físicos** são abstrações sobre o ambiente, simbolizando serviços e objetos físicos que os agentes utilizam para realizar suas tarefas. Estes artefatos são objetos do ambiente implementados no Cartago como por exemplo: pá, enxada, armário, semeadeira, parcela.

A Figura 2 mostra um exemplo de uso dos Artefatos Físico, Normativo e de Comunicação, onde um agente hortelão durante o uso da horta, tem a “obrigação” (artefato normativo) de efetuar o pagamento de mensalidade junto a secretaria da organização e para isso “faz a solicitação” (artefato de comunicação *request*) de um “recibo” (artefato físico). A secretaria recebe a solicitação e emite o recibo para o hortelão, nesse momento é emitido um “*inform*” ao hortelão.

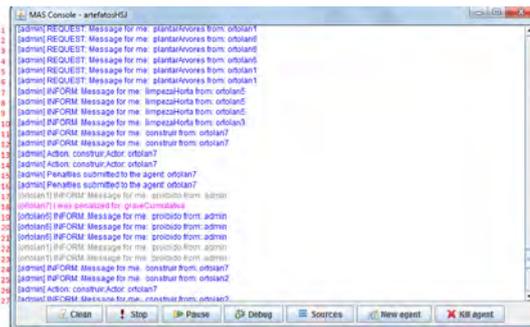


Fig. 3. Execução código no Jason - Uso de Artefatos HSJ

V. CENÁRIOS DE USO DOS ARTEFATOS NA HSJ

Nesta seção apresenta-se dois cenários de uso na HSJ, onde agentes com papéis hortelão (é quem possui uma parcela de cultivo na HSJ), implementados na plataforma Jason como “ortolan” estabelecem comunicação com outros agentes, como admin (quem verifica as ações do hortelão) e ong (agente que cria artefatos normativos).

Os exemplos de cenários apresentados apenas testaram o cumprimento ou não das normas, definido randomicamente. Não existe uma comunicação direta entre os agentes para cumprir ou não as normas, onde haja algum tipo de negociação.

A. Cenário de Uso 1

Inicialmente, conforme Figura 3 o agente para utilizar o artefato deverá fazer sua inscrição no mesmo. Assim, os agentes *ortolan1*, *ortolan6*, *ortolan5* e *admin* executam a operação focus sobre os artefatos e iniciam a comunicação através de funções incluídas no artefatos de comunicação que tem como parâmetros o identificador da conversa (*id*), o destinatário e a mensagem. O agente *ortolan1* através do artefato de comunicação “*request*” (linha 1) faz uma solicitação para “plantarArvores” para o agente admin, que envia uma resposta de que é proibido com um artefato de comunicação “*inform*” (linha 22). Uma outra comunicação é a do “*ortolan5*” (linha 7) que está usando um mensagem simples informando que está executando a “*limpezaHorta*”, a qual não necessita uma resposta do destinatário.

B. Cenário de Uso 2

Neste cenário conforme Figura 4 observa-se uma situação da HSJ onde o hortelão (“*ortolan7*” - linha 1) ao descumprir uma norma (artefato normativo) de proibição recebe como sanção a penalidade de uma falta grave cumulativa (linha 16), e após o registro de três faltas (linhas 13, 14 e 15) é convocada a assembleia (linha 21) de decisão da permanência do mesmo no projeto da HSJ. Após a votação pelos agentes “*ortolan1*, *ortolan3*, *ortolan5*, *ortolan4*, *ortolan2* e *ortolan6* (linhas 22, 23, 34, 25, 26 e 27), se o agente tiver metade ou mais de votos contra, o infrator é “expulso” (*.kill_agent*).

VI. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A plataforma JaCaMo possui recursos que a tornam uma plataforma fully-fledged para modelagem de sistemas multiagentes, inclusive de sistemas sociais. Entretanto, para o estudo

```

MAS Console - artefatosHSJ
1 [admin] INFO: Message for me: construi from: artefatos?
2 [admin] INFO: Message for me: construi from: artefatos?
3 [admin] INFO: Message for me: construi from: artefatos?
4 [admin] Penalty submitted to the agent: artefatos?
5 [admin] Penalty submitted to the agent: artefatos?
6 [admin] Penalty submitted to the agent: artefatos?
7 [admin] Penalty submitted to the agent: artefatos?
8 [artefatos] INFO: Message for me: proibido from: admin
9 [artefatos] INFO: Message for me: proibido from: admin
10 [artefatos] was penalized for: graveCumulative
11 [admin] Action: construi from: artefatos?
12 [admin] Action: construi from: artefatos?
13 [admin] Registered Penalty
14 [admin] Registered Penalty
15 [admin] Registered Penalty
16 [artefatos] was penalized for: graveCumulative
17 [artefatos] INFO: Message for me: proibido from: admin
18 [artefatos] INFO: Message for me: proibido from: admin
19 [artefatos] INFO: Message for me: proibido from: admin
20 [artefatos] INFO: Message for me: proibido from: admin
21 [admin] MEETING CONVENED
22 [artefatos] I think it should be banned.
23 [artefatos] I think it should be banned.
24 [artefatos] I think it should be banned.
25 [artefatos] I think it should be banned.
26 [artefatos] I think it should be banned.
27 [artefatos] I think it should be banned.
28 [admin] The Agent artefatos? was banned.
  
```

Fig. 4. Execução código no Jason - Uso de Artefatos HSJ

de caso deste artigo, pode-se observar limitações com relação a modelagem de rotinas i.e. ações periódicas.

A especificação de rotinas não pode ser feita na JaCaMo nativamente, fazendo necessário o uso de outro recurso. Neste trabalho utilizou-se *framework* MSPP, que permitiu a especificação das rotinas da horta, tornando-a modular como os outros aspectos pertencentes a um SMA (organização, população e ambiente, já tratados na JaCaMo). Ressalta-se que as funcionalidades do *framework* MSPP vem a complementar aquelas providas pelo modelo MOISE+ (componente da JaCaMo), onde objetivos e ações podem ser descritos de forma hierárquica, mantendo as ações no MOISE+ e a descrição das periodicidades seriam feitas dentro do *framework* MSPP.

Por outro lado, pode-se explorar as facilidades providas pelo *framework* CArtaGo para criar uma infraestrutura de comunicação baseada em artefatos para a plataforma JaCaMo. Os Artefatos de Comunicação abordados neste artigo tem o objetivo de prover mais uma forma de comunicação para a plataforma, permitindo assim que agentes programados na linguagem *AgentSpeak-L* possam comunicar-se através de protocolos ou por simples atos de fala de uma forma que permita abstrair especificidades não relacionadas diretamente à comunicação, tais como a linguagem de implementação dos agentes e sua localização.

Assim, o presente artigo, apresentou os resultados preliminares da implementação na plataforma JaCaMo, utilizando o Jason e CArtaGo nesse primeiro momento, para demonstração do uso de artefatos para o domínio da HSJ.

A proposta para trabalho futuro é a integração dos Artefatos (Organizacionais, Normativos, de Comunicação e Físicos) e o ambiente para o domínio da HSJ através da plataforma JaCaMo (Jason, CArtaGo e MOISE) e o *framework* MSPP, onde pretende-se aplicar uma abordagem no cenário da simulação, onde os artefatos estejam ligados ao ambiente e que cada papel possa identificar nestes o que é necessário para a simulação da atividade da horta. Ao final da integração, simular o ambiente real da horta, e realizar a análise das ações no ambiente, com os 4 tipos de artefatos.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by CNPq (Proc. 560118/10-4, 305131/2010-9, 476234/2011-5), FAPERGS (Proc. 11/0872-3) and Projeto RS-SOC (FAPERGS Proc. 10/0049-7).

REFERENCES

- [1] C. G. Lobo, *Vivienda y Ciudad Posibles*. Bogotá: Escala, 1998.
- [2] E. Ortiz, "Derecho a la ciudad, producción social y gestión participativa del hábitat. la promoción de iniciativas comunitarias incluyentes en la ciudad de México," *Hábitat y Sociedad*, vol. 1, pp. 55–70, 2010, disponível em <http://habitatysociedad.us.es>.
- [3] V. Pelli, "La gestión de la producción social del hábitat," *Hábitat y Sociedad*, vol. 1, pp. 39–54, 2010, disponível em <http://habitatysociedad.us.es>.
- [4] G. Romero, R. Mesías, M. Enet, R. Oliveras, L. García, M. Coipel, and D. Osorio, *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat*. Mexico: CYTED-HABYTEd-Red XIV.F, 2004.
- [5] J. Terradas, *Ecología urbana*. Barcelona: Rubes Editorial, 2001.
- [6] G. Dimuro and E. M. Jerez, "La comunidad como escala de trabajo en los ecosistemas urbanos," *Revista Ciencia y Tecnología*, vol. 10, pp. 101–116, 2011.
- [7] O. Boissier, R. H. Bordini, J. F. Hübner, A. Ricci, and A. Santi, "Multi-agent oriented programming with jacamo," *Science of Computer Programming*, vol. 78, no. 6, pp. 747 – 761, 2013.
- [8] R. H. Bordini, J. F. Hubner, and M. Wooldridge, *Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak using Jason*. New Jersey: Wiley, 2007.
- [9] A. Ricci, A. Santi, and M. Piunti, "CArtaGo (common artifact infrastructure for agents open environments)," 2013. [Online]. Available: <http://apice.unibo.it/xwiki/bin/view/CARTAGO/>
- [10] J. F. Hübner, "Um modelo de reorganização de sistemas multiagentes," Ph.D. dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- [11] J. F. Hübner, J. S. Sichman, and O. Boissier, "A model for the structural, functional, and deontic specification of organizations in MAS," in *Brazilian Symposium on Artificial Intelligence - SBIA 2002, Porto de Galinhas*, ser. LNAI, no. 2507. Berlin: Springer, 2002, pp. 118–128.
- [12] F. C. P. Santos, G. Dimuro, T. F. Rodrigues, D. F. Adamatti, G. P. Dimuro, and A. C. R. Costa, "Modelando a organização social de um SMA para simulação dos processos de produção e gestão social de um ecossistema urbano: o caso da Horta San Jerónimo da cidade de Sevilla, Espanha," in *Anais do WESAAC 2012*. Florianópolis: UFSC, 2012, pp. 93–104.
- [13] F. C. P. Santos, T. F. Rodrigues, G. Dimuro, D. F. Adamatti, G. P. Dimuro, A. C. R. Costa, and E. De Manuel Jerez, "Modeling role interactions in a social organization for the simulation of the social production and management of urban ecosystems: the case of San Jerónimo vegetable garden of Seville, Spain," in *2012 (BWSS)*. Los Alamitos: IEEE, 2012, pp. 136–139.
- [14] I. Santos and A. C. R. Rocha, "Toward a framework for simulating agent-based models of public policy processes on the jason-cartago platform," in *Proceedings of the Second International Workshop on Agent-based Modeling for Policy Engineering in 20th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI)- AMPLE 2012*. Berlin: Springer, 2012, pp. 45–59.
- [15] T. F. Rodrigues, A. C. R. Costa, and G. P. Dimuro, "A communication infrastructure based on artifacts for the jacamo platform," in *Proceedings of EMAS 2013 - 1st International Workshop on Engineering Multi-Agent Systems at AAMAS 2013*, M. Cossentino, A. E. F. Seghrouchni, and M. Winikoff, Eds. Saint Paul: IFAMAS, 2013, pp. 1–15.