

Um Modelo Conceitual para Cenários de Acidentes em Atividades de Manutenção

Jonathan M. Samara
Orientador Prof. Dr. Cesar A. Tacla

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

19 de outubro de 2019

- **Motivação:** Averiguar modelos que possam ser aplicados a sistemas multiagentes, criar um modelo conceitual sobre um dado estudo de caso e compreender a relação deste com aqueles.
- **Relevância:** Apresentar um modelo conceitual que defina em termos de classes e relacionamentos uma estrutura lógico-descritiva de fatores ambientais e organizacionais.

- Sintetizar, construir e avaliar, por intermédio de observações, de análises de documentos técnicos, de análises de modelos computacionais e de entrevista com profissionais da área, um modelo conceitual que define os conceitos e as relações para representar os cenários de ambientes de atividades, bem como os respectivos acidentes que neles podem acontecer, em que a validação ocorre por verificar se os raciocínios (para um dado estudo de caso do setor de energia elétrica) resultantes desse modelo são correspondentes com a realidade a fim de levantar um entendimento formal do problema para a comunidade acadêmica no que tange a que tipo de representação computacional é mais apropriada para determinado contexto.

Introdução - Objetivos Específicos

- 1 Identificar os aspectos relevantes que devem fazer parte da estrutura do modelo em relação aos riscos e consequências (acidentes) para os atores e atividades, que sejam relevantes na prática da atividade de manutenção, em caso de falha na operação.
- 2 Construir um modelo conceitual que seja implementável computacionalmente e que produza as inferências que tratem aspectos relevantes ao problema.
- 3 Avaliar o modelo por aplicá-lo a um dado estudo de caso a fim de averiguar se os raciocínios produzidos nessa situação estão de acordo com a realidade.
- 4 Analisar modelos computacionais em relação ao modelo conceitual desse estudo a fim de ter um levantamento formal do estado do problema.

- Um agente é um sistema computacional que está situado em um dado ambiente e que apresenta comportamento autônomo com a finalidade de atingir um dado objetivo que a ele é designado.
- Um agente pode ser estruturado em termos *goal-governed* e *goal-oriented*.
- Os agentes *goal-governed* têm capacidades cognitivas e podem representar os seus respectivos objetivos.
- Os agentes *goal-oriented* são programados para alcançar um dado objetivo.
- Artefatos não se enquadram nessas duas características. Essas entidades são exploradas pelo agente para que eles possam alcançar um dado objetivo.

- Um sistema multiagente é constituído por agentes autônomos que interagem visando um propósito em comum tendo como consequência um comportamento global.
- Uma organização com essas características, portanto, apresenta em comum; cultura, memória, história, distribuição de atividades e capacidade de distinguir um agente em específico.
- Uma organização de sistema multiagente deve conter relações sociais no que tange a agentes, institutos específicos e grupos sociais.
- Por ser uma organização, uma *SMA* apresenta; Divisão de tipos de atividades, integração, composição, estabilidade/flexibilidade, coordenação, recursividade, representação multinível e causalidade, potenciais e diferenciais, regras e gramáticas.

```
N-MAS_Prog  := "Agents: " (<agentName> <agentProg> [<nr>])+ ;
              "Facts: " <bruteFacts>
              "Effects: " <effects>
              "Counts-as rules: " <counts-as>
              "Sanction rules: " <sanctions>;

<agentName>  := <ident>;
<agentProg>  := <ident>;
<nr>         := <int>;
<bruteFacts> := <b-literals>;
<effects>    := ({<b-literals>} <actionName> {<b-literals>})+;
<counts-as>  := ( <literals>  $\Rightarrow$  <i-literals> )+;
<sanctions>  := ( <i-literals>  $\Rightarrow$  <b-literals> )+;
<actionName> := <ident>;
<b-literals> := <b-literal> {", " <b-literal>};
<i-literals> := <i-literal> {", " <i-literal>};
<literals>   := <literal> {", " <literal>};
<literal>    := <b-literal> | <i-literal>;
<b-literal>  := <b-prop> | "not" <b-prop>;
<i-literal>  := <i-prop> | "not" <i-prop>;
```

Figura: Linguagem para descrever um programa de multiagentes normativos com a possibilidade de violações e sanções na notação EBNF segundo o texto [?]. Nesta notação, $\langle ident \rangle$ é usado para denotar uma *string* e $\langle int \rangle$ inteiros. Os termos $\langle b-prop \rangle$ e $\langle i-prop \rangle$ são usados para designar dois tipos de conjuntos de proposições que são disjuntos entre si

- BATU - *Boundary Activities Tolerated during Use* (Atividades Limites Toleradas Durante o Uso). Muitas vezes a equipe adota atividades paliativas a fim de otimizar os processos de produção. Isso envolve assumir níveis de tolerância no que diz respeito ao desempenho e a segurança.
- BCTU - *Boundary Conditions Tolerated by Use* (Condições Limites Toleradas Durante o Uso). O termo condição faz referência a uma situação, um estado, circunstâncias externas às quais pessoas ou até mesmo entidades são afetados no que diz respeito a uma certa decisão atrelada a circunstâncias ambientais, materiais, humanas, de produtos e entre outras.

- **Revisão Exploratória e Análise de Campo:** Estudo de Manuais Técnicos, conversas com profissionais da área, entrevista com Engenheiro de Manutenção, acompanhamento de um procedimento de manutenção em liha viva, criação de textos descrevendo os cenários, participação em Workshops e revisão bibliográfica exploratória.
- **Formalização de um Modelo Conceitual:** Verificar conceitos e seus respectivos relacionamentos. Após isso, escrever essa estrutura em termos de Conjuntos e Relações. Uma vez identificado isso, descrever regras que definem a transitividade do modelo.
- **Explorar os Arcabouços Possíveis:** Verificar correspondência com outros arcabouços da área de multiagentes e acidentes de trabalho.
- **Aplicação em Estudo de Caso:** Aplicação do modelo conceitual em um dado estudo descaso a fim de verificar a correspondência com a realidade.

Resultados - Revisão Exploratória e Análise de Campo

- ① Os trabalhadores que executam os procedimentos.
- ② Os diferentes papéis (ou funções) desses trabalhadores.
- ③ As ferramentas usadas pelos profissionais.
- ④ Os equipamentos que são submetidos a manutenção.
- ⑤ As interações entre todo tipo de entidade tais como trabalhadores, ferramentas e equipamentos.
- ⑥ As etapas das tarefas que devem ser finalizadas.
- ⑦ As relações entre todas as entidades e interações com as tarefas
- ⑧ Averiguar a incerteza presente em certos processos e equipamentos que podem gerar acidentes.
- ⑨ Análise das Medidas que são tomadas pelos profissionais para lidar com essas incertezas.
- ⑩ Análise de Cenários onde Profissionais tomam medidas em desacordo com a segurança.
- ⑪ Análise dos riscos gerados a todos.
- ⑫ Análise da possibilidade de algum acidente ocorrer.

- 1 MOISE+
- 2 Modelo de Agentes Normativos de Dastani
- 3 V3S
- 4 NormMAS

Resultados - Estrutural Conceitual - Módulos

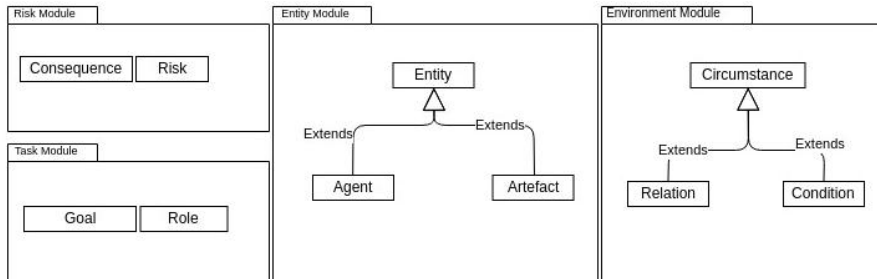


Figura: A estrutura geral das classes do modelo

Resultados - Estrutural Conceitual - Predicados

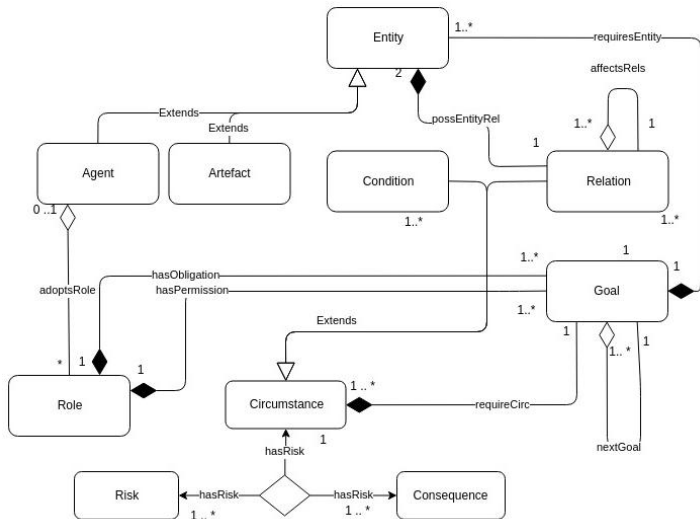


Figura: Diagrama de classes do Modelo

$$\begin{aligned} hasObligation(\rho_m, g_j) \rightarrow hasPermission(\rho_m, g_j), \\ \rho_m \in Role \wedge g_j \in Goal \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} requiresCirc(g_i, c_k) \wedge \neg isPresent(c_k) \wedge instanceOfCond(c_k) \\ \wedge starts(ag_m, g_i) \rightarrow conditionViol(ag_m, g_i, c_k) \\ g_i \in Goal, c_k \in Condition, ag_m \in Agent \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} requiresCirc(g_i, r_k) \wedge \neg isPresent(r_k) \wedge instanceOfRel(r_k) \\ \wedge starts(ag_m, g_i) \rightarrow relationViol(ag_m, g_i, r_k) \\ g_i \in Goal, r_k \in Relation, ag_m \in Agent \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} requiresEntity(g_i, e_k) \wedge \neg isPresent(e_k) \wedge starts(ag_m, g_i) \rightarrow \\ entityViol(ag_m, g_i, e_k) \\ g_i \in Goal, e_k \in Entity, ag_m \in Agent \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{conditionViol}(ag_m, g_i, c_k) \wedge \text{hasRisk}(c_k, \text{risk}_j, cs_m) \rightarrow \\ \text{negConseqFor}(g_i, ag_m, \text{risk}_j, cs_m)$$

$$ag_m \in \text{Agent}, g_i \in \text{Goal}, c_k \in \text{Condition}, \text{risk}_k \in \text{Risk}, cs_m \in \text{Consequence} \quad (5)$$

$$\text{relationViol}(ag_m, g_i, r_k) \wedge \text{hasRisk}(r_k, \text{risk}_j, cs_m) \rightarrow \\ \text{negConseqFor}(g_i, ag_m, \text{risk}_j, cs_m)$$

$$ag_m \in \text{Agent}, g_i \in \text{Goal}, r_k \in \text{Relation}, \text{risk}_k \in \text{Risk}, cs_m \in \text{Consequence} \quad (6)$$

$$\text{relationViol}(ag_m, g_i, r_k) \wedge \text{affectsRels}(r_k, r_n) \rightarrow \text{possOfNegConseqFor}(r_n) \\ ag_m \in \text{Agent}, g_i \in \text{Goal}, r_k, r_n \in \text{Relation}, \quad (7)$$

$$\text{entityViol}(ag_m, g_i, e_k) \rightarrow \text{stopped}(g_i) \\ ag_m \in \text{Agent}, g_i \in \text{Goal}, e_k \in \text{Entity} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \text{possOfNegConseqFor}(r_k) \wedge \text{happensNegConseqFor}(r_k) \wedge \\ & \quad \text{requiresCirc}(g_i, r_k) \wedge \text{instanceOfRel}(r_k) \wedge \\ & \quad \text{hasRisk}(r_k, \text{risk}_j, cs_m) \wedge \text{starts}(ag_m, g_i) \\ & \quad \rightarrow \text{negConseqFor}(g_i, ag_m, \text{risk}_j, cs_m) \\ & r_k \in \text{Relation}, g_i \in \text{Goal}, \text{risk}_k \in \text{Risk}, cs_m \in \text{Consequence} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} & \text{negConseqFor}(g_k, ag_m, \text{risk}_j, cs_m) \rightarrow \text{stopped}(g_k) \\ & g_k \in \text{Goal}, \text{risk}_j \in \text{Risk}, cs_m \in \text{Consequence} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} &adoptsRole(ag_n, \rho_m) \wedge hasPermission(\rho_m, g_j) \wedge nextGoal(g_i, g_j) \\ &\quad \wedge reached(g_i) \rightarrow enabledToStart(ag_i, g_j) \\ &ag_i, ag_n \in Agent, \rho_m \in Role, g_j \in Goal, g_i \in Goal \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} &adoptsRole(ag_n, \rho_m) \wedge hasPermission(\rho_m, g_i) \wedge lastGoal(g_i, \rho_m) \\ &\quad \wedge reached(g_i) \rightarrow stopped(g_i) \\ &ag_n \in Agent, \rho_m \in Role, g_i \in Goal \end{aligned} \quad (12)$$

```
function ifNotStopped(agentArray,goal)
    foreach(agentArray is agent)
        if(stopped(goal,agent)
            return false;
        endif
    endforeach
    if(!allAgenteObliged(agentArray,goal))
        return false;
    endif
    return true;
endFunction

if(ifNotStopped(agentArray,goal))
    return reached(goal);
```

Figura: Condição para definir se um dado objetivo foi atingido ou não

Resultados - Caso de Estudo

- O estudo de caso desta pesquisa consiste em sete profissionais de linha viva.
- Um supervisor e seis executores.
- Céu ensolarado e umidade relativa do ar menor que 70 por cento.
- EPI's necessários: capacete, óculos de sol, roupa isolante e antichamas, luvas isolantes e botas isolantes.
- bastão garra de diâmetro 64 x 3600 mm, sela de diâmetro 65, colar, corda de fibra sintética, carretilha, chave com catraca, bastão universal, soquete adequado, locador de pino e bastão com soquete multiangular
- O método selecionado para esse tipo de manutenção é a distância.

Resultados - Raciocínio 1

- ❶ *adoptsRole*(*agente4*, *executor2*)
- ❷ *hasObligation*(*executor2*, *g1*)
- ❸ *requiresCirc*(*g1*, *relPanoGlicerina*)
- ❹ *instanceOfRel*(*relPanoGlicerina*)
- ❺ *relPanoCorda* \in *rg1*
- ❻ *x* = *agente4*
- ❼ *starts*(*agente4*, *g1*)
- ❽ *affectsRels*(*relPanoGlicerina*, *relBastaoGarraCondutor*)
- ❾ *affectsRels*(*relPanoGlicerina*, *relCordaEstropo*)
- ❿ *affectsRels*(*relPanoGlicerina*, *relChaveCatracaParafuso*)
- ⓫ *affectsRels*(*relPanoGlicerina*, *relParafusoConector*)
- ⓬ *affectsRels*(*relPanoGlicerina*, *relSoqueteParafuso*)
- ⓭ *affectsRels*(*relPanoGlicerina*, *relAgente4Corda*)
- ⓮ *affectsRels*(*relPanoGlicerina*, *relEstropoCorda*)

$$\begin{aligned} &requiresCirc(g1, relPanoGlicerina) \wedge \\ &\neg isPresent(relPanoGlicerina) \wedge \\ &instanceOfRel(relPanoGlicerina) \wedge \\ &\quad starts(agente4, g1) \rightarrow \\ &relationViol(agente4, g1, relPanoGlicerina) \end{aligned} \tag{13}$$

$$\begin{aligned} &relationViol(agente4, g1, relPanoGlicerina) \\ &\wedge affectsRels(relPanoGlicerina, relEstropoCorda) \\ &\rightarrow possOfNegConseqFor(relEstropoCorda) \end{aligned} \tag{14}$$

O mesmo ocorre para as demais relações.

- ① *adoptsRole*(*agente2*, *executor1*)
- ② *adoptsRole*(*agente3*, *executor1*)
- ③ *adoptsRole*(*agente4*, *executor2*)
- ④ *hasObligation*(*executor1*, *g1*)
- ⑤ *hasObligation*(*executor2*, *g1*)
- ⑥ *starts*(*agente2*, *g1*)
- ⑦ *starts*(*agente3*, *g1*)
- ⑧ *starts*(*agente4*, *g1*)
- ⑨ *requiresEntity*(*g1*, *pano*)
- ⑩ $\neg isPresent(pano)$

$$\begin{aligned} &requiresEntity(g1, pano) \wedge \neg isPresent(pano) \wedge starts(agente2, g1) \\ &\quad \rightarrow entityViol(agente2, g1, pano) \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} &requiresEntity(g1, pano) \wedge \neg isPresent(pano) \wedge starts(agente3, g1) \\ &\quad \rightarrow entityViol(agente3, g1, pano) \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} &requiresEntity(g1, pano) \wedge \neg isPresent(pano) \wedge starts(agente4, g1) \\ &\quad \rightarrow entityViol(agente4, g1, pano) \end{aligned} \quad (17)$$

$$entityViol(agente4, g1, pano) \rightarrow stopped(g1) \quad (18)$$

- ① *adoptsRole*(*agente5*, *executor3*)
- ② *hasObligation*(*executor3*, *g11*)
- ③ *starts*(*agente5*, *g11*)
- ④ *requiresCirc*(*g11*, *umidade70*)
- ⑤ *isInstanceOfCond*(*umidade70*)
- ⑥ $\neg isPresent(umidade70)$
- ⑦ *hasRisk*(*umidade70*, *eletrocutado*, *morte*)

$$\begin{aligned} & requiresCirc(g11, umidade70) \wedge \neg isPresent(umidade70) \\ & \wedge instanceOfCond(umidade70) \wedge starts(agente5, g11) \rightarrow \\ & \quad conditionViol(agente5, g11, umidade70) \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} & conditionViol(agente5, g11, umidade70) \wedge hasRisk(umidade70, eletrocutado, \\ & \quad \rightarrow negConseqFor(g11, agente5, eletrocutado, \end{aligned}$$

$$negConseqFor(g11, agente5, eletrocutado, morte) \rightarrow stopped(g11) \quad (21)$$

- ① *adoptsRole*(*agente4*, *executor2*)
- ② *hasObligation*(*executor4*, *g15*)
- ③ *starts*(*agente4*, *g15*)
- ④ *requiresCirc*(*g15*, *relChaveCatracaParafuso*)
- ⑤ *isInstanceOfRel*(*relChaveCatracaParafuso*)
- ⑥ $\neg isPresent(relChaveCatracaParafuso)$
- ⑦ *hasRisk*(*relChaveCatracaParafuso*, *eletrocutado*, *morte*)

$$\begin{aligned} & \text{requiresCirc}(g15, \text{relChaveCatracaParafuso}) \wedge \\ & \quad \neg \text{isPresent}(\text{relChaveCatracaParafuso}) \wedge \\ & \text{instanceOfRel}(\text{relChaveCatracaParafuso}) \wedge \text{starts}(\text{agente4}, g15) \rightarrow \\ & \quad \text{relationViol}(\text{agente4}, g15, \text{relChaveCatracaParafuso}) \quad (22) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{relationViol}(\text{agente4}, g15, \text{relChaveCatracaParafuso}) \\ & \wedge \text{hasRisk}(\text{relChaveCatracaParafuso}, \text{eletrocutado}, \text{morte}) \rightarrow \\ & \quad \text{negConseqFor}(g15, \text{agente4}, \text{eletrocutado}, \text{morte}) \quad (23) \end{aligned}$$

$$\text{negConseqFor}(g15, \text{agente4}, \text{eletrocutado}, \text{morte}) \rightarrow \text{stopped}(g15) \quad (24)$$

- ① *requiresCirc(g19, relParafusoConector)*
- ② *hasObligation(executor3, g19)*
- ③ *hasObligation(executor4, g19)*
- ④ *hasObligation(executor5, g19)*
- ⑤ *starts(agente5, g19)*
- ⑥ *starts(agente6, g19)*
- ⑦ *starts(agente7, g19)*
- ⑧ *adoptsRole(agente5, executor3)*
- ⑨ *adoptsRole(agente6, executor4)*
- ⑩ *adoptsRole(agente7, executor5)*
- ⑪ *hasRisk(relParafusoConector, eletrocutado, morte)*
- ⑫ *possOfNegConseqFor(relParafusoConector)*
- ⑬ *happensNegConseqFor(g19, relParafusoConector)*

$$\begin{aligned} & \text{possOfNegConseqFor}(\text{relParafusoConector}) \\ & \wedge \text{happensNegConseqFor}(\text{relParafusoConector}) \\ & \wedge \text{requiresCirc}(g19, \text{relParafusoConector}) \\ & \wedge \text{instanceOfRel}(\text{relParafusoConector}) \\ & \wedge \text{hasRisk}(\text{relParafusoConector}, \text{eletrocutado}, \text{morte}) \\ & \wedge \text{starts}(\text{agente5}, g19) \\ \rightarrow & \text{negConseqFor}(g19, \text{agente5}, \text{eletrocutado}, \text{morte}) \end{aligned} \quad (25)$$

$$\text{negConseqFor}(g19, \text{agente5}, \text{eletrocutado}, \text{morte}) \rightarrow \text{stopped}(g19) \quad (26)$$

O mesmo para o agente6 e agente7.

Resultados - Raciocínio 6

- ① $stopped(agente2) \rightarrow F$
- ② $stopped(agente3) \rightarrow F$
- ③ $stopped(agente4) \rightarrow F$
- ④ $stopped(agente5) \rightarrow F$
- ⑤ $stopped(agente7) \rightarrow F$
- ⑥ $hasObligation(executor1, g23)$
- ⑦ $hasObligation(executor2, g23)$
- ⑧ $hasObligation(executor3, g23)$
- ⑨ $adoptsRole(agente2, executor1)$
- ⑩ $adoptsRole(agente3, executor1)$
- ⑪ $adoptsRole(agente4, executor2)$
- ⑫ $adoptsRole(agente5, executor3)$
- ⑬ $adoptsRole(agente7, executor5)$

- $ag_{array} = \{agente2, agente3, agente4, agente5, agente7\}$
- $stopped(goal, Agente) \rightarrow F$ para todos os agentes
- $allAgentObligate(ag_{array}, goal) \rightarrow T$
- $ifNotStopped(ag_{array}, goal) \rightarrow T$
- $reached(goal) \rightarrow T$

Discussão - Critérios de Comparação

- **Agente** condiz numa representação dos estados internos que um agente pode ter
- O critério **SMA** condiz na presença de elementos que são necessário para especificar um *Sistema Multiagente*
- O critério **Artefato** condiz com elementos que correspondem ao tratado na Fundamentação Teórica.
- **Norma** corresponde a regras que devem ser acatadas pelos agentes
- **Violação** define o que corresponde o não cumprimento de uma dada regra
- **Sanção** implica penalidade que está sobre o agente.
- **Risco** consiste no evento ruim que tem um dado potencial de ocorrer sobre o agente

- **P.O.A.E** significa Possibilidade de Ocorrer algo Errado.
- **Objetivos** implica alvos que devem ser atingidos pelos agentes
- **C.A** consiste em condições ambientes que interagem com a atividade executada pelos agentes.
- **I.AG.AR** representa as interações entre agentes e artefatos
- **D.C.A** - Descrição de Cenários de Acidentes, consiste na capacidade de desenvolver raciocínios a fim de representar cenários de acidentes.

- nenhuma - o engenheiro de modelagem terá de criar uma estrutura conceitual grande e complexa.
- pouco - possui algumas estruturas pré-definidas que diminuem o esforço da especificação.
- expressivo - o modelo permite especificar o objeto de interesse sem que o engenheiro tenha de criar muitos atributos para o domínio de interesse.
- muito expressivo - o modelo apresenta diversos conceitos específicos para representar o objeto em interesse
- altamente expressivo - o modelo especifica o objetivo de interesse muito bem fazendo com que o engenheiro de conhecimento não tenha que definir nenhum critério conceitual a mais.

Discussão - Análise Comparativa

Crítérios	MOISE+	DASTANI
Agente	pouco	pouco
SMA	altamente	pouco
Artefato	nenhuma	pouco
Norma	nenhuma	altamente
Violação	nenhuma	altamente
Sanção	nenhuma	altamente
Risco	nenhuma	pouco
P.O.A.E	nenhuma	pouco
Objetivos	muito	pouco
C.A	nenhuma	pouco
I.AG.AR	nenhuma	pouco
D.C.A	nenhuma	pouco

Discussão - Análise Comparativa

Crítérios	V3S	NORMMAS
Agente	muito	pouco
SMA	expressivo	pouco
Artefato	expressivo	pouco
Norma	pouco	altamente
Violação	pouco	altamente
Sanção	pouco	altamente
Risco	altamente	pouco
P.O.A.E	pouco	pouco
Objetivos	muito	pouco
C.A	pouco	pouco
I.AG.AR	pouco	pouco
D.C.A	altamente	pouco

Discussão - Consistência dos Resultados - Caso de Estudo

- O caso em análise cumpre com os interesses da pesquisa pois apresenta um cenário onde profissionais usam ferramentas para trabalhar de forma colaborativa a fim de atingir um determinado objetivo
- Os profissionais são expostos a um dado risco e podem sofrer acidentes que advêm tanto de responsabilidade própria bem como responsabilidade do outro.
- A compreensão da atividade propriamente dita não foi uma tarefa fácil e exigiu grande esforço do autor
- O caso de estudo em análise é um cenário que é totalmente possível de ser factual, contudo existe diversas outras possibilidades de organizar a mesma manutenção.

- A primeira fase consistiu em descrever a manutenção em termos de objetivos que as vezes são organizados em série e as vezes em paralelo
- Um ponto complicado de se verificar nesse estudo se deve ao fato de que os profissionais não precisam executar os objetivos na estrutura em que o modelo foi apresentado.
- Há um número finito e relativamente pequeno sobre como esses objetivos podem ser organizados e isso ameniza a falta de previsibilidade de como a manutenção será realizada.
- Solução para essa questão; 1 - Engenheiro de Manutenção organiza os objetivos de todas formas possíveis, 2 - Definir todas as relações possíveis que o predicado $nextGoal(g_i, g_j)$ permite em uma única estrutura.

Discussão - Considerações sobre Critérios Metodológicos ao Estudo de Caso

- Organização dos Objetivos pode ser modificada pelos profissionais durante a execução das Atividades.
 - **Soluções:** Gerar um modelo para cada cenário, considerar todas as relações possíveis para $nextGoal(g_i, g_j)$ e Usar o algoritmo de *Partial Order Planning*
- Não foram considerados todos os riscos para o estudo de casos, assim como as possíveis consequências. Contudo, os riscos e consequências definidos no estudo de caso são os mais prováveis de ocorrer.
- $possEntityRel(r_l, e_i, e_k)$ - Permitiu a elaboração de diversos raciocínios, contudo tornou a estrutura do modelo altamente complexa.
- $affectsRels(r_k, r_n)$ - Apresenta alto grau de abstração ao modelo. Contudo, simplifica o processo de modelagem.
- $requiresCirc(circ_n, g_m)$, $requiresEntity(goal_i, e_j)$, $instanceOfRel(circ_n)$ e $instanceOfCond(circ_n)$ - descrição rigorosa sobre procedimento custoso.

Discussão - Considerações sobre Critérios Metodológicos ao Raciocínios

- 1 e 5 - Descreve a situação onde o erro cometido por um agente gera consequências negativas em outro momento da execução sobre um outro agente. Apesar do alto grau de abstração que *possOfNegConseqFor* trás a ambos raciocínios, esse predicado torna o modelo mais simples.
- 2 - Descreve exatamente o cenário onde a ausência gera a interrupção de uma dada atividade. Um cenário que não é considerado por esse raciocínio se da na condição dos profissionais adaptarem alguma ferramenta na ausência da ferramenta padrão.

Discussão - Considerações sobre Critérios Metodológicos ao Raciocínios

- 3 - Descreve a situação onde um agente morre por cometer uma dada violação de condição. O cenário que esse raciocínio não considera se deve ao fato de que nem toda violação de condição resulta em consequências negativas. Uma forma de corrigir isso consiste em conceber regras com *possOfNegConseqFor*.
- 4 - Descreve a seguinte situação: Um profissional usa a chave catraca de forma inadequada ocasionando a sua morte. Um possível cenário que não é considerado por essa modelagem reside na do profissional simplesmente não conseguir executar a relação, sem que isso resulte em algum acidente.
- 6 - Demonstra que o modelo é capaz de interpretar quando um objetivo é encerrado e qual deve ser o próximo passo do agente.
- 7 - Apresenta como o modelo se comporta quando é feita uma consulta que não corresponde a realidade.

Conclusão - Reflexão sobre Objetivo

- Foi feito estudo de documentos técnicos, foi feita entrevista com Engenheiro de Manutenção, foi feito acompanhamento de documentos técnicos, houve acompanhamento de procedimentos de manutenção em linha viva.
- Foi concebido um modelo conceitual.
- O modelo conceitual foi aplicado em um estudo de caso. Isso possibilitou formular raciocínios e verificar quais cenários foram representados apropriadamente e quais cenários não foram representados adequadamente.
- Houve uma análise da comparativa entre modelos computacionais balizado pelo modelo conceitual definido nesse estudo.
- Logo, o Objetivo Geral e os Objetivos Específicos foram atingidos.

- *MOISE+* é mais apropriado para representar os seguintes conceitos: *Agente, SMA, objetivos*;
- *Dastani* é mais apropriado para representar os seguintes conceitos *Normas, Violações, Sanções*;
- *V3S* é mais apropriado para representar *SMA, Artefato, Riscos e contém estruturas otimizadas para descrever dinamicamente os cenários de acidentes*
- *NORMMAS* é mais apropriado para representar os seguintes conceitos *Normas, Violações, Sanções*;
- No que tange ao contraste do modelo conceitual proposto nesse estudo em relação aos arcabouços verificados nesse texto, o autor conclui que aquele unifica em uma única estrutura concepções que são tratadas de formas isoladas aos demais modelos computacionais.

- 1 Em vez de trabalhar conceitos de possibilidade, sintetizar um modelo estatístico probabilístico na estrutura conceitual proposta neste estudo.
- 2 Investigar novas estruturas conceituais para tratar cenários onde os agentes buscam técnicas alternativas para resolver um determinado problema.
- 3 Investigar novas estruturas conceituais onde uma violação pode ou não gerar uma sanção para as condições ambientes (ou seja, em vez de tratar a possibilidade sobre um relacionamento futuro, tratar a possibilidade sobre um relacionamento presente).
- 4 Investigar novas estruturas conceituais que considerem a violação de relacionamento em termos de possibilidades e não de um efeito direto no que tange a uma dada causa.