



SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES PARA ALOCAÇÃO DE PESSOAL EM  
PROCEDIMENTO DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO NA EMERGÊNCIA DE UM  
HOSPITAL

Sylvio Flávio Andrade

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Mario Jorge Ferreira de Oliveira

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2010

SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES PARA ALOCAÇÃO DE PESSOAL EM  
PROCEDIMENTO DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO NA EMERGÊNCIA DE UM  
HOSPITAL

Sylvio Flávio Andrade

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Mário Jorge Ferreira de Oliveira, Ph.D.

---

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

---

Prof. Licínio da Silva Portugal, D.Sc.

---

Prof. Marco Aurélio Sicchiroli Lavrador, D.Sc.

---

Prof. Marcos Pereira Estellita Lins, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

DEZEMBRO DE 2010

Andrade, Sylvio Flávio

Simulação Baseada em Agentes para Alocação de Pessoal em Procedimento de Classificação de Risco na Emergência de um Hospital/ Sylvio Flávio Andrade. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XV, 220 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Mário Jorge Ferreira de Oliveira

Tese – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2010.

Referências Bibliográficas: p. 144-157.

1. Simulação. 2. Saúde. 3. Agentes. 4. Lógica Difusa. I. Oliveira, Mário Jorge Ferreira de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Simulação Baseada em Agentes.

## **Agradecimentos**

Quero inicialmente agradecer a Deus por todas as bençãos concedidas para que eu pudesse concluir esse trabalho. As bençãos vieram na forma de pessoas, oportunidades e, muita determinação.

Entre as pessoas que foram fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho, gostaria de agradecer ao Prof. Mario Jorge por ter me oferecido a oportunidade de concluir o doutorado no Programa de Engenharia de Produção, pela amizade e pela forma serena, tranqüila, e paciente, sempre trazendo ensinamentos e conselhos de toda forma, que não só me ajudaram no crescimento técnico-profissional, mas sobretudo como ser humano.

A todos os profissionais da equipe de saúde do Hospital Universitário Antônio Pedro pelo apoio, pelo reconhecimento da importância deste trabalho, e pela atenção dada nas visitas a esta instituição, cedendo tempo de seu trabalho diário, tornando assim possível a condução do projeto com informações técnicas e dados relevantes de grande importância para a realização deste trabalho. A essas pessoas a minha sincera gratidão e carinho.

Agradeço à minha esposa Lúcia pelo apoio e estímulo nas longas horas de dedicação e privações, com grande compreensão e carinho.

Por último, agradeço à minha filha Kathleen, nascida durante o curso, e ao meu gato Yuri, morto durante o curso, por terem iluminado minha vida para sempre.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES PARA ALOCAÇÃO DE PESSOAL EM  
PROCEDIMENTO DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO NA EMERGÊNCIA DE UM  
HOSPITAL

Sylvio Flávio Andrade

Dezembro/2010

Orientador: Mário Jorge Ferreira de Oliveira

Programa: Engenharia de Produção

Desde sua admissão, até o encaminhamento dentro do setor de emergência, o paciente passa por etapas onde várias ações são realizadas, tendo ele como foco principal. A fase de classificação de risco tem grande influência sobre o resultado final do atendimento, já que erros poderão se propagar de forma catastrófica. A capacitação profissional dos agentes envolvidos nesta fase é de fundamental importância para redução de erros de diagnóstico inicial que provocam encaminhamentos equivocados, sobrecarga de trabalho, e aumento do tempo de permanência do paciente no sistema. A qualidade do procedimento de classificação de risco pode ser aferida pelo desempenho integrado de toda equipe responsável, através de índices de qualificação individuais e da equipe, baseados em critérios pré-definidos.

Este trabalho tem como objetivo proporcionar ao administrador hospitalar uma solução para o problema de alocação dos agentes envolvidos, em um procedimento de classificação de risco, reduzindo incertezas inerentes ao processo. Uma simulação social baseada em agentes será criada, para emulação da dinâmica das equipes nos modelos de classificação de risco, incorporando a interação, a tomada de decisão, e a qualificação dos agentes, permitindo a mensuração do desempenho da equipe no procedimento.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

AN AGENT-BASED SIMULATION TO SUPPORT PERSONNEL ALLOCATION IN  
RISK ASSIGNMENT PROCEDURES

Sylvio Flávio Andrade

December/2010

Advisor: Mário Jorge Ferreira de Oliveira

Department: Production Engineering

The patient admitted in any hospital emergency undergoes several phases until his final destination. The triage with risk assignment has an enormous influence on the final result, since once mistakes occur here, they may propagate catastrophically to other areas. The skills of all personnel involved is of utmost importance to reduce assessments that might lead patients to wrong areas, causing unnecessary overload and a dangerous increase in time spent inside the system. The quality of the risk assignment procedure can be measured by individual and team skill levels based on parameters.

The goal of this work is to reduce uncertainties in the process of personnel allocation in a risk assignment procedure by giving a suggestion for the ideal team. An agent-based-simulation will be built to emulate the dynamics of a team, allowing the measurement of the qualitative performance of several teams.

## SUMÁRIO

Capítulo 1- Introdução	1
Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica	5
Capítulo 3 - Referencial Teórico	13
3.1 Serviços	13
3.2 A Qualidade e a Atenção ao Paciente	14
3.2.1 <i>Conceitos</i>	14
3.2.2 <i>Avaliação da Qualidade de Atenção</i>	16
3.3 Restrições dentro dos Sistemas de Saúde	16
3.3.1 <i>Conceito</i>	16
3.3.2 <i>A Capacidade e as Restrições dos Sistemas</i>	19
3.3.3 <i>Uma Visão Integrada das Restrições e da Qualidade de Atenção ao Paciente para Aplicação na Simulação Social</i>	21
Capítulo 4 – Agentes	23
4.1 Agentes de Software	23
4.2 Características e Classificação	25
4.3 A Simulação Baseada em Sistemas Multi-agentes	29
4.4 Organização dos Sistemas Multi-agentes	30
4.5 Dinâmica da Simulação com SMA	32
4.6 Adaptação da Filosofia de Simulação Social Baseada em Agentes ao Trabalho	33
Capítulo 5 - O Sistema de Saúde no Brasil, O SUS e o HUAP	37
5.1 Introdução	37
5.2 Organização dos Serviços de Saúde no Brasil	37
5.3 A Saúde e o Sus no Brasil	39
5.3.1 <i>A Organização e a Gestão do Sus</i>	40
5.4 O HUAP e suas Relações Institucionais	42
Capítulo 6 – O Setor de Emergência	45
6.1 Introdução	45
6.2 Setores da Emergência	46

6.3 O Sistema de Admissão	49
6.3.1 <i>Introdução</i>	49
6.3.2 <i>O Sistema de Admissão Original</i>	49
6.3.3 <i>A Classificação de Risco na Triagem</i>	54
6.3.4 <i>O Modelo com Classificação de Risco em Três Níveis</i>	56
 Capítulo 7 – Modelos de Classificação de Risco	 59
7.1 A Triagem e o Diagnóstico	59
7.1.1 <i>Conceito e Histórico</i>	59
7.1.2 <i>A Triagem como Diagnóstico Inicial</i>	63
7.1.3 <i>Alguns Fatos da Triagem</i>	63
7.2 O Modelo de Classificação de Risco em Cinco Níveis	64
7.2.1 <i>O Índice de Severidade de Emergência</i>	64
7.2.2 <i>Visão Prática da Classificação de Risco Baseada no ISE</i>	64
7.2.3 <i>Metodologia da Classificação de Risco em Cinco Níveis</i>	
<i>Baseada no ISE</i>	66
7.2.3.1 <i>Prováveis Recursos para Continuidade do Tratamento</i>	70
7.2.3.2 <i>Julgamento Baseado na Verificação de Sinais Vitais</i>	72
7.2.4 <i>Implementação da Classificação de Risco em Cinco Níveis</i>	74
7.2.5 <i>Avaliação do Sistema e Indicadores de Qualidade</i>	76
 Capítulo 8 – O Modelo Proposto	 78
8.1 Estabelecimento dos Meios	78
8.2. Formulação do Modelo de Simulação	79
8.2.1 <i>Modelo Conceitual</i>	80
8.2.1.1 <i>Visão Geral do Modelo Proposto</i>	80
8.2.1.2 <i>Diagramas de Atividade do Procedimento</i>	81
8.2.1.3 <i>Adaptações ao Modelo Conceitual</i>	83
8.2.1.4 <i>Condições para Aplicação do Modelo da Simulação</i>	93
8.3 Formulação dos Modelos de Agregação	95
8.3.1 <i>A Lógica Difusa e o Caráter Multi-critério da Qualidade de</i>	
<i>Atenção</i>	95
8.3.2 <i>Modelo de Agregação para Cálculo do Índice de Qualificação</i>	
<i>Individual</i>	96
8.3.2.1 <i>Descrição Geral</i>	98
8.3.2.2 <i>Critérios de Qualificação Individual</i>	97



8.3.3 <i>Modelo de Agregação para Cálculo do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem</i>	102
8.3.3.1 <i>Descrição Geral</i>	102
8.3.3.2 <i>Indicadores de Qualidade</i>	103
Capítulo 9 – Aplicação do Modelo	107
9.1 Coleta de Dados para o Modelo Computacional	107
9.2 Setagem do Modelo Computacional	110
9.2.1 <i>Variáveis e Parâmetros do Modelo Computacional</i>	115
9.3 Plano de Experimentos	119
9.3.1 <i>Plano para o Modelo de Cálculo dos IQ</i>	119
9.3.2 <i>Plano da Simulação</i>	121
9.3.3 <i>Plano para o Modelo de Cálculo dos IQAT</i>	126
Capítulo 10 – Análise dos Resultados do Modelo	129
10.1 Análise Comparativa	129
10.1.1 <i>Análise das Equipes para o Modelo Completo</i>	129
10.1.2 <i>Análise das Equipes para o Modelo Agregado</i>	132
10.1.3 <i>Análise Conjunta das Equipes</i>	135
10.2 Discussão dos Resultados	137
10.2.1 <i>Discussão dos Resultados do Modelo Completo</i>	137
10.2.2 <i>Discussão dos Resultados do Modelo Agregado</i>	139
10.2.3 <i>Discussão Conjunta dos Resultados</i>	140
10.3 Considerações	140
10.3.1 <i>Conclusão</i>	140
10.4 Trabalhos Futuros	142
Capítulo 11 Referências Bibliográficas	144
Anexo A – Lógica Difusa	158
Anexo B – Variáveis	169
Anexo C – Tuplas	186
Anexo D – Implementação dos Modelos de Lógica Difusa	195

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mecanismo Básico de um Agente.....	24
Figura 2 : Fluxo de pacientes no sistema original de admissão .....	50
Figura 3 : Filas e processos do sistema original de admissão .....	53
Figura 4 : Percentual de pacientes de alta, média e mínima complexidade.....	55
Figura 5 : Fluxograma com classificação de risco em 3 níveis .....	58
Figura 6 : Algoritmo de 4 fases para classificação de risco em 5 níveis .....	67
Figura 7 : Visão Integrada do Modelo.....	79
Figura 8 : Visão Geral do Modelo de Classificação de Risco .....	81
Figura 9 : Ciclo de Atividade para Classificação de Risco com Quatro Fases e Um Agente para cada Fase .....	82
Figura 10 : Ciclo de Atividade para Classificação de Risco com Duas Fases Agregadas e Um Agente para cada Fase .....	83
Figura 11 : Possibilidades de Encaminhamento para o Modelo Completo.....	85
Figura 12 : Possibilidades de Encaminhamento para o Modelo Agregado.....	86
Figura 13 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase A .....	87
Figura 14 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase B .....	88
Figura 15 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase Agregada A e B .....	89
Figura 16 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase C .....	90
Figura 17 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase D .....	91
Figura 18 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase Agregada C e D .....	92
Figura 19 : Modelo para cálculo dos IQ dos Agentes .....	97
Figura 20: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Formação Acadêmica” .....	100
Figura 21: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Tempo de Experiência no Hospital” .....	100

Figura 22: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Anamnese” .....	<b>100</b>
Figura 23: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Tempo de experiência em classificação de risco” .....	<b>101</b>
Figura 24: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Suporte Básico” .....	<b>101</b>
Figura 25: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Julgamento subjetivo do decisor” .....	<b>101</b>
Figura 26: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística de saída “Índice de Qualificação (IQ)” .....	<b>102</b>
Figura 27 : Modelo para cálculo dos IQAT das Equipes .....	<b>102</b>
Figura 28: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Penalidades Nível 1” .....	<b>105</b>
Figura 29: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Penalidades Nível 2” .....	<b>105</b>
Figura 30: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Taxa de Super-classificações” .....	<b>106</b>
Figura 31: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística de Saída “Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT)” .....	<b>106</b>
Figura 32 : Risco por dano ou doença .....	<b>108</b>
Figura 33 : Setagem e Subrotina Geradora de Risco Real .....	<b>111</b>
Figura 34 : Entidades, Locais e Possibilidades de Roteamento .....	<b>112</b>
Figura 35 : Operações Correspondentes às Interações e Exemplo para Fase A .....	<b>113</b>
Figura 36 : Subrotinas para Cálculo do Tempo das Fases e Exemplo para Fase A .....	<b>114</b>
Figura 37 : Lógica de Finalização .....	<b>114</b>
Figura 38 : Penalidades de Nível 1 para Equipes do Modelo Completo.....	<b>129</b>
Figura 39 : Penalidades de Nível 2 para Equipes do Modelo Completo.....	<b>130</b>
Figura 40 : Taxa de Revisão de Pacientes Super12EV345 para Equipes do Modelo Completo.....	<b>130</b>

Figura 41 : Índice de Qualidade de Atenção na Triagem para Equipes do Modelo Completo .....	<b>131</b>
Figura 42 : Penalidades de Nível 1 para Equipes do Modelo Agregado.....	<b>132</b>
Figura 43 : Penalidades de Nível 2 para Equipes do Modelo Agregado.....	<b>133</b>
Figura 44 : Taxa de Revisão de Pacientes Super12EV345 para Equipes do Modelo Agregado .....	<b>133</b>
Figura 45 : Índice de Qualidade de Atenção na Triagem para Equipes do Modelo Agregado.....	<b>134</b>
Figura 46 : Penalidades de Nível 1 para Todas as Equipes.....	<b>135</b>
Figura 47 : Penalidades de Nível 2 para Todas as Equipes.....	<b>136</b>
Figura 48: Taxa de Revisão de Pacientes Super12ev345 para Todas as Equipes .....	<b>136</b>
Figura 49: Índice de Qualidade de Atenção na Triagem para Todas as Equipes .....	<b>137</b>
Figura 50: Funções de Pertinência da Variável Temperatura .....	<b>161</b>
Figura 51: Função de Pertinência Trapezoidal .....	<b>164</b>
Figura 52: Métodos de Composição e de Defuzzificação.....	<b>196</b>
Figura 53: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 1 na fase A.....	<b>197</b>
Figura 54: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 2 na fase A.....	<b>198</b>
Figura 55: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 4 na fase A.....	<b>199</b>
Figura 56: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 3 na fase B.....	<b>200</b>
Figura 57: Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Interpretação de traçado eletrocardiográfico ITE” .....	<b>201</b>
Figura 58: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 1 na fase C.....	<b>202</b>
Figura 59: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 3 na fase C.....	<b>203</b>
Figura 60: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 5 na fase C.....	<b>204</b>
Figura 61: Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 6 na fase C.....	<b>205</b>
Figura 62: Métodos de Composição e de Defuzzificação.....	<b>207</b>
Figura 63: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C1.....	<b>208</b>

Figura 64: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C2.....	209
Figura 65: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C3.....	210
Figura 66: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C4.....	211
Figura 67: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A1.....	212
Figura 68: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A2.....	213
Figura 69: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A3.....	214
Figura 70: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A4.....	215
Figura 71: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A5.....	216
Figura 72: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe CE.....	217
Figura 73: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe CP.....	218
Figura 74: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe AE.....	219
Figura 75: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe AP.....	220

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Distribuição de tempo de atendimento por fase.....	109
Tabela 2 : Distribuição de tempo de atendimento e de leitos por nível de risco .....	110
Tabela 3 : Valores e Resultados para Qualificação Individual – Fase A .....	119
Tabela 4 : Valores e Resultados para Qualificação Individual – Fase B .....	119
Tabela 5 : Valores e Resultados para Qualificação Individual – Fase C .....	120
Tabela 6 : Valores e Resultados para Qualificação Individual – Fase D .....	120
Tabela 7 : Experimento C1 – Equipe 1 do Modelo Completo .....	122
Tabela 8 : Experimento C2 – Equipe 2 do Modelo Completo.....	122
Tabela 9 : Experimento C3 – Equipe 3 do Modelo Completo.....	122
Tabela 10 : Experimento C4 – Equipe 4 do Modelo Completo.....	123
Tabela 11 : Experimento CE – Equipe E do Modelo Completo.....	123
Tabela 12 : Experimento CP – Equipe P do Modelo Completo.....	123
Tabela 13 : Experimento A1 – Equipe 1 do Modelo Agregado.....	124
Tabela 14 : Experimento A2 – Equipe 2 do Modelo Agregado.....	124
Tabela 15 : Experimento A3 – Equipe 3 do Modelo Agregado.....	124
Tabela 16 : Experimento A4 – Equipe 4 do Modelo Agregado.....	125
Tabela 17 : Experimento A5 – Equipe 5 do Modelo Agregado.....	125
Tabela 18 : Experimento AE – Equipe E do Modelo Agregado.....	125
Tabela 19 : Experimento AP – Equipe P do Modelo Agregado.....	125
Tabela 20 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe C1.....	126
Tabela 21 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe C2.....	126
Tabela 22 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe C3.....	126

Tabela 23 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe C4.....	<b>126</b>
Tabela 24 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe CE.....	<b>127</b>
Tabela 25 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe CP.....	<b>127</b>
Tabela 26 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe A1.....	<b>127</b>
Tabela 27 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe A2.....	<b>127</b>
Tabela 28 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe A3.....	<b>127</b>
Tabela 29 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe A4.....	<b>127</b>
Tabela 30 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe A5.....	<b>128</b>
Tabela 31 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe AE.....	<b>128</b>
Tabela 32 : Valores e Resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da Equipe AP.....	<b>128</b>

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O QualiSUS é um programa de qualidade na saúde pública (MS, 2010) elaborado pelo Ministério da Saúde, em parceria com o Conselho Nacional de Secretários de Saúde (Conass), governos estaduais e municipais, que pretende proporcionar maior conforto para o usuário, atendimento de acordo com o grau de risco, atenção mais efetiva pelos profissionais de saúde e menor tempo de permanência no hospital, contribuindo para salvar um maior número de vidas, com redução dos danos à saúde. O programa pretende realizar, além da reforma das emergências, mudanças qualitativas na capacitação de profissionais, e na triagem classificatória de risco, reorganizando o funcionamento das emergências com a priorização de leitos para pacientes. Segundo o programa, uma das metas mais importantes de uma instituição de saúde pública é: através da realização de uma triagem classificatória, prestar atendimento a pacientes de baixa, média, e, principalmente, alta complexidade, com rapidez e qualidade. Neste último caso, enquadram-se os pacientes que podem ter seu estado de saúde agravado por longas esperas, em função da precariedade de suas condições, até que os primeiros procedimentos médicos sejam prestados.

Devido ao grande número de pacientes nos setores de emergência dos hospitais públicos, há uma necessidade crítica de lidar com esse incremento, por meio de um sistema de admissão de pacientes que os classifique com agilidade, priorizando o atendimento daqueles que apresentam maior risco. Para tanto, é preciso que existam profissionais qualificados para executar o procedimento de classificação de risco de pacientes, e de uma forma de avaliação do desempenho, que permita a proposição de mudanças, tais como a forma de alocação desses profissionais, para contribuir com a melhoria da qualidade de atenção aos pacientes recém-admitidos, proposta pelo programa.

Neste contexto, atributos como experiência e qualificação são de grande importância para que os erros de avaliação médica sejam reduzidos, e o correto encaminhamento do paciente ao setor adequado para atendimento ao paciente possa ser realizado, dentro de um período adequado ao seu estado clínico. Como citado acima, mudanças qualitativas na capacitação de profissionais são uma das preocupações do QualiSUS.



Um exemplo, que mostra a razão das atenções do programa com a triagem e a capacitação do pessoal é a influência que o procedimento de classificação de risco tem sobre o fluxo de pacientes no setor de emergência, podendo provocar situações tais como: erros de avaliação sobre o estado dos pacientes, aumento do tempo de espera para atendimento, aumento de filas, etc. A percepção imediata é a queda brusca na qualidade do atendimento.

A tarefa de tratamento de pacientes médicos, nem sempre se resume a uma simples medição da temperatura corporal, ou a uma prescrição de antibióticos. A complexidade da máquina humana pode transformar o processo de detecção de problemas em questão não trivial, e, em muitos casos, em uma investigação “policia”, em busca de provas, e indícios, sobre, o que está ocorrendo dentro do corpo humano. Sintomas, exames, dos mais simples aos mais complexos, e análises bioquímicas, são algumas fontes de informação fundamentais, quando não é possível de imediato chegar-se a uma conclusão definitiva a respeito do problema a ser tratado. Uma avaliação equivocada pode ser irremediável em alguns casos, levando à conseqüências permanentes.

Segundo Engelbrecht (2006) a admissão de pacientes nas unidades de emergência dos hospitais públicos no estado do Rio de Janeiro é um problema crítico. O sistema de avaliação subjetivo da triagem é feito por profissionais inexperientes, ou sem conhecimento técnico, não existe priorização de atendimento por severidade do caso, os encaminhamentos errados podem levar à falta de atendimento adequado dentro dos padrões, e os tempos de espera por atendimento são longos. A combinação dos fatos pode trazer grandes riscos para os pacientes, e, até mesmo o óbito.

O processo de admissão na forma de um procedimento pré-determinado, deve dar importância à correta classificação inicial, em conjunto com o levantamento de informações. A qualificação e treinamento do pessoal envolvido são conceitos importantes na avaliação global do sistema, e fatores fundamentais, para um encaminhamento ao setor que possua os recursos hospitalares adequados para tratamento.

O Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP) é uma instituição pública federal, localizada no município de Niterói, no estado do Rio de Janeiro, sendo referência, no

serviço de emergência médico-hospitalar, para região metropolitana II deste estado, que engloba sete municípios. O hospital tem grandes desafios para prestar à população um serviço de qualidade, com recursos cada vez mais escassos. Os fatos citados têm gerado problemas na emergência, e, em especial, na fase de triagem, onde pacientes de diferentes níveis de urgência concorrem por atendimento. Alguns trabalhos foram desenvolvidos pelo grupo de estudos da UFRJ/COPPE neste hospital para ajudar a solucionar problemas, tais como o fluxo de pacientes, o dimensionamento de leitos, e o tamanho de equipes médicas (MAGALHÃES, 2006; MORAES, 2006; GARCIA, 2006 e SOUZA, 2007), entretanto com enfoque completamente distinto do proposto por este trabalho, que servirá como complemento a estes.

O objetivo principal do trabalho é proporcionar ao administrador hospitalar uma solução para o problema de alocação dos agentes envolvidos, em um procedimento de classificação de risco. Uma simulação social baseada em agentes será criada, para emulação da dinâmica das equipes nos modelos de classificação de risco, incorporando a interação, a tomada de decisão, e a qualificação dos agentes, permitindo a mensuração do desempenho da equipe no procedimento. Serão propostos três modelos destinados a reduzir incertezas inerentes ao processo. O primeiro modelo fará uma síntese das avaliações dadas a um agente em critérios de qualificação, de forma a obter-se um índice numérico de qualificação individual. O segundo modelo fará a simulação do comportamento das equipes nos procedimentos de classificação de risco adotados. O terceiro modelo fará a síntese dos valores dos indicadores de qualidade calculados, para cada equipe, de forma a obter-se um índice numérico de qualidade de atenção na triagem.

Para a realização dos propósitos pretendidos, esta tese está estruturada da seguinte forma:

O Capítulo 2 traz uma revisão bibliográfica onde são apresentados trabalhos realizados, e conceitos que mostram a evolução de técnicas de simulação baseada em agentes, e sua relação com algumas idéias utilizadas neste trabalho.

O Capítulo 3 mostra o referencial conceitual, com a finalidade de facilitar a compreensão e o enquadramento de algumas idéias no contexto do trabalho.

O Capítulo 4 mostra a teoria de agentes e de sistemas multi-agentes, justificando a sua aplicação na tese.

O Capítulo 5 aborda os conceitos relativos à estruturação do hospital e sua relação com a organização do Sistema Único de Saúde (SUS), com a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Secretaria Municipal de Saúde (SEMUSA).

O Capítulo 6 descreve o funcionamento da emergência do hospital, com os setores que formam esta unidade, suas relações, e os modelos de procedimentos de classificação de risco historicamente adotados.

O Capítulo 7 descreve a relação entre a triagem, o diagnóstico e o modelo de classificação de risco em cinco níveis.

O Capítulo 8 aborda a modelagem do problema, a construção, adaptação, e as condições dos modelos de procedimento de classificação de risco utilizados na simulação baseada em agentes, a organização e a dinâmica da simulação. São também abordados os modelos de cálculo do índice de qualificação dos agentes e do índice de qualidade de atenção na triagem.

O Capítulo 9 apresenta o levantamento de dados, o modelo computacional da simulação, as variáveis e parâmetros principais, a organização e o resultado dos experimentos, em função dos cenários propostos para diferentes equipes.

O Capítulo 10 apresenta as análises comparativas, a conclusão do trabalho, e sugere outros estudos a serem realizados.

O Capítulo 11 indica as referências bibliográficas utilizadas para a construção desta tese. Como complemento os seguintes anexos foram criados:

O Anexo A mostra o referencial teórico da teoria de Lógica Difusa; o Anexo B mostra o cálculo das principais variáveis de saída; o Anexo C mostra a organização da simulação por tuplas; e o Anexo D mostra a implementação dos modelos de Lógica Difusa e os resultados dos cálculos de índice de qualificação dos agentes e do índice de qualidade de atenção na triagem.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresentaremos, em uma visão evolutiva, alguns trabalhos que aplicaram técnicas de simulação de forma isolada, ou combinada com outras técnicas, entre elas a simulação em ambientes virtuais e a teoria de agentes em ambientes sociais. Várias idéias são relacionadas, estabelecendo-se conexões entre elas, de modo a facilitar a compreensão de suas aplicações neste trabalho, com ênfase na área de saúde. Estes trabalhos foram escolhidos, porque proporcionaram uma contribuição significativa para avanços em suas áreas de aplicação, e para a melhoria de sistemas, servindo, portanto como guia de referência para o desenvolvimento deste trabalho.

Historicamente, simulação pode ser entendida como o processo de projetar modelos dinâmicos de um sistema dinâmico real, e conduzir experimentos com este modelo, com o propósito de entender o comportamento do sistema, ou de avaliar várias estratégias (dentro dos limites impostos por um conjunto de critérios) para a operação de um sistema (SHANNON,1956) e (INGALLS, 2002).

A simulação computacional envolve a confecção de um programa de computação, que tenta simular um modelo abstrato de um sistema particular. Ela foi desenvolvida em paralelo com o rápido crescimento da Ciência da Computação e do próprio computador, a partir do uso em larga escala durante o projeto “Manhattan” na Segunda Guerra Mundial, para modelagem do processo de detonação nuclear por meio de um algoritmo de Monte Carlo. Também pertence ao final da década de 40 o desenvolvimento do conceito de modelagem baseada em agentes por Von Neumann, que criou uma máquina teórica capaz de reprodução, que mais tarde foi chamada de “cellular automata” (PRADO, 2004).

A idéia de agente foi então desenvolvida a partir do conceito de “cellular automata” ao longo das décadas seguintes de forma teórica, sendo implementada na prática na medida em que a própria Ciência da Computação avançava. Segundo Russel & Norvig (1995) qualquer entidade que perceba um ambiente através de sensores, execute tarefas de processamento de informações e conhecimento, e aja sobre o ambiente através de atuadores.

O crescimento cada vez maior da capacidade de processamento acompanhado de uma redução contínua no custo, e de tecnologias que permitem a interconexão de sistemas de forma distribuída possibilitou o desenvolvimento de sistemas que podem operar independentemente da interferência humana. Essa nova forma de uso de agentes virtuais que reproduzem as habilidades de cooperação, coordenação e negociação vistas no mundo real, aliadas às suas crenças e capacidade de realizar tarefas com objetivos próprios deu origem à área da simulação que envolve sistemas multi-agentes (SMAs). Segundo Genesereth (1988), Ferber (1992) e Torsun (1995) os SMAs são uma sub-área dentro da Inteligência Artificial Distribuída (IAD) que estuda sociedades de agentes de software para trabalhar de forma conjunta, resolvendo problemas de natureza distribuída, ou seja, problemas complexos que não podem ser resolvidos por uma única aplicação. Em resumo, eles são sistemas constituídos de múltiplos agentes, que interagem ou trabalham em conjunto de forma a realizar um determinado conjunto de tarefas ou objetivos, que podem ser comuns a todos os agentes. Entre as características coletivas do SMAs incluem-se a interação entre os agentes, o ambiente e a organização.

Os SMAs com agentes reativos podem ser constituídos por um grande número de agentes. Estes agentes reativos são bastante simples, não possuem inteligência ou representação de seu ambiente e interagem sempre utilizando um comportamento de ação/reação, escolhendo suas ações baseados unicamente nas percepções que têm do ambiente. Este comportamento reativo envolve o estímulo (como um estado particular do ambiente que contém a entidade) e a reação (como uma seqüência de ações básicas), sem que o agente reativo tenha necessariamente uma representação de si mesmo, de seu mundo, ou de outros agentes (DROGOUL,1992). Este tipo de agente somente possui representação de conhecimento implícita no código, ou seja, não tem representação do ambiente (objetos e outros agentes); por não possuir memória, não tem o histórico dos fatos que aconteceram e das ações que executou; não tem controle deliberativo (planejado) de suas ações; sua falta de flexibilidade quanto à percepção e raciocínio os impede de fazer as melhores escolhas nas melhores horas (BROOKS,1991); e suas sociedades podem ser formadas por muitos agentes. O interesse, nestas sociedades, está voltado para o surgimento de um comportamento global a partir da interação de um grupo de agentes. Os agentes não são inteligentes individualmente, mas o comportamento global que emerge como resultado das interações é. As características mais marcantes deste tipo de agente são:

- reatividade: propriedade que permite aos agentes perceberem seus ambientes, e responderem adequadamente às mudanças neles ocorridas;
- orientação por meta (objetivo): capacidade de possuir objetivos, e trabalhar em virtude destes;
- continuidade temporal: capacidade de continuarem ativos após uma mudança de ambiente; e
- habilidade social: habilidade que os agentes possuem de interagir com os outros agentes ou pessoas, no momento adequado, para concluir suas tarefas ou ajudar outros agentes.

Segundo Davidsson (2002) a área de pesquisa da simulação social baseada em agentes caracteriza-se pela intersecção entre os campos: da computação baseada em agentes (abrangendo a modelagem baseada em agentes, projeto e programação), das ciências sociais (com áreas que estudam interações entre entidades sociais) e da simulação computacional (estudo de diferentes técnicas para simulação de fenômenos em um computador, onde se entende como fenômeno, um evento, ou seqüência de eventos num sistema real ou artificial). Desta forma, a simulação social baseada em multi-agentes corresponde à simulação de fenômenos sociais em computador usando qualquer técnica de simulação, e modelos simples de entidades sociais que realizem apenas interações muito básicas entre si, e com o ambiente.

Segundo Lugo (2001) a noção de esquema social (ES) pode ser proposta, como abstração de uma forma de cooperação coordenada, entre agentes. A representação do conhecimento funcional pode ser enfocada de formas diversa dependendo da área de aplicação como, por exemplo: cenários e scripts (SHANK e ABELSON, 1977), grafos contextuais (BREZILLION et al., 1989) entre outros. Já a conceituação de esquema social segue a intuição proposta por Kant por volta de 1800, onde este apresentou a noção de esquema com ênfase na sua dimensão temporal. Esquemas são coleções de pensamentos e ações que os seres humanos usam para interagir com o mundo e resolver problemas (BREZILLION et al., 1989). Considera-se esquema social, um conjunto estruturado de tarefas usado por um conjunto de agentes para a consecução de um objetivo social. Uma tarefa pode ser interpretada como uma rotina delegada a um ou mais agentes, passível de planejamento parcial, ou total. Um ES pode, especificamente, conter:

Um objetivo O, que se pretende alcançar ao término da execução do ES;  
Um conjunto de tarefas T;  
Um conjunto de sub-tarefas  $T_f$  dentro de T;  
Um conjunto de papéis P, a serem assumidos pelos agentes responsáveis, pela execução das tarefas.

Um papel p corresponde a um conjunto de funções, que um agente assume dentro de um ES. Um ES termina com sucesso, se as tarefas de  $T_f$  terminarem com sucesso, e o objetivo O for alcançado, por meio delas. Uma tarefa  $t_k$  em T pode conter:

- Um identificador  $ID_k$ , que a identifica, de forma unívoca dentro de um ES;
- Um sub-objetivo  $SO_k$ , a ser alcançado pela execução de uma tarefa (esta termina com sucesso se este objetivo for alcançado);
- Um conjunto de tarefas  $PC_k$ , dentro de T, denominado pré-conjunto, que antecede imediatamente  $t_k$ , e deve ser executado, antes do processamento de  $t_k$ ; e
- Um conjunto de papéis  $P_k$ , dentro de P, necessário à realização da tarefa, de tal forma que, os agentes que o desempenham serão os responsáveis pela realização da tarefa.

Assim, uma tarefa  $t_k$ , e um esquema social ES podem ser representados pelas tuplas:

$$ES = \langle O, T, T_f, P \rangle$$
$$t_k = \langle ID_k ; SO_k ; PC_k ; P_k \rangle$$

Esta especificação não determina a ordem de execução das tarefas, indica apenas, que tarefas são pré-condições para a execução de outras. Toda tarefa  $t_k$  que tem as tarefas de  $PC_k$  realizadas (pré-condições) é passível de execução. Esta representação baseia-se no trabalho de Sowa (SOWA, 1984) sobre grafos conceituais. Entretanto, dado o contexto de processamento de tarefas, não é de se estranhar que a notação usada sofra a influência de trabalhos relacionados a “workflow” (LOCKEMANN e WALTER, 1995) e (FAKAS e KARASOTAS, 1999).

Segundo Moreno (2003) a idéia de simulação de sistemas multi-agentes (WOOLDRIDGE, 2002) pode ser aplicada à escolha da equipe mais adequada para realização de projetos complexos, que possam lidar com diferentes tarefas que os compõe. Dentro desta filosofia, são considerados como relevantes, os seguintes fatores: características individuais (inclusive o nível profissional como, por exemplo: líder de projeto, engenheiro com doutorado, engenheiro recém-formado) e grau de "expertise" (fator usado em função da experiência de cada pessoa em graus), definem quais tarefas o agente pode realizar; tempo gasto em cada uma delas (onde um profissional experiente realizará, em tese, tarefas mais rapidamente que um novato); características sociais; e custo global econômico (que depende também do nível profissional). Dentro deste contexto, o gerente procura uma equipe que conduza a missão num tempo mínimo e com custo econômico ótimo, o que é difícil de ser obtido simultaneamente, pois uma equipe muito qualificada e experiente termina suas tarefas de forma mais rápida, mas têm custo econômico alto.

A tecnologia de sistemas multi-agentes parece ser a mais adequada para simular o comportamento de grupos de pessoas trabalhando em equipe (MARTÍNEZ, 2003 e CONTE, 1998), pois permite: modelagem individual (cada candidato a membro da equipe pode ser representado por um agente específico que irá interagir com outros agentes), modularidade, distribuição de tarefas, e flexibilidade. Segundo Hamid (2006) como as organizações são sempre avaliadas por seus resultados, todos os procedimentos e modelos que podem afetar o seu desempenho e melhorar os resultados são objetos de atenção para os pesquisadores.

Os efeitos de alocação de equipes de trabalho, como recurso humano essencial que são para as empresas, ao lado do dimensionamento de seu tamanho, estrutura e eficácia, também são fatores importantes. Uma forma de aperfeiçoar a escolha de uma equipe em um projeto industrial, ou em um ambiente hospitalar, certamente contribuirá com um resultado global mais eficiente.

Segundo Foster (2005) sistemas de apoio à decisão baseados em agentes têm sido usados em vários setores da indústria (incluindo a área médica) para melhorar o processo decisório em ambientes de incerteza, e, em consequência, a qualidade dos tratamentos de saúde de muitas formas (TURBAN, 2001). Algumas áreas de aplicação de



simulação e da tecnologia de agentes dentro da indústria médica são: busca e armazenamento de arquivos médicos, análise de dados em tempo real, análise de histórico de pacientes para diagnóstico médico, análise de desempenho em função de dados estatísticos para planejamento de recursos hospitalares escassos, fluxo de pacientes em procedimento de atendimento (GABCAN, 2002); bio-informática e infectologia (YERGENS, 2006); economia de tempo e de recursos em processos logísticos e diagnósticos (KLÜGL, 1999); gerenciamento de filas, redução de tempo de espera, gerenciamento de risco e de demanda e oferta, análise econômica em tratamentos de saúde (KULJIS, 2007); e aplicações de simulação visual (DE OLIVEIRA, 1999).

A aplicação de uma sociedade de agentes para o atendimento hospitalar é fundamentada em entidades de agentes, que permitem a interoperabilidade entre sistemas computacionais distintos, e, entre os ambientes heterogêneos das organizações. Segundo Klügl (1999) a trajetória completa de um paciente, incluindo sua visão todas as tarefas que envolvem o diagnóstico e terapia, podem ser explicitamente simuladas em detalhes num cenário de multi-agentes, o que é interessante tanto para treinamento médico como gerenciamento de competências.

Segundo Sibbel (2001) a estrutura de custos de uma unidade hospitalar está, não somente ligada aos recursos humanos e aos investimentos em equipamentos, mas também às decisões de alocação coordenada destes recursos que afetem a performance dos processos orientados ao paciente. Assim, modelos de simulação baseados em agentes que descrevam circunstâncias específicas em condições locais, onde as alternativas de alocação de recursos podem ser analisadas, são instrumentos para que ganhos administrativos e econômicos sejam alcançados através de decisões planejadas.

A avaliação do desempenho de equipes em determinados procedimentos envolveria, não só as distribuições de tempo de execução para diferentes etapas (tais como: triagem e classificação de risco, exames, transporte, tratamento, diagnóstico médico, etc), como também seus custos individuais, abrangendo todo o procedimento hospitalar. Um exemplo de ferramenta usada em problemas de gerenciamento hospitalar, que permite um acompanhamento dinâmico do progresso de cada etapa do procedimento, incluindo vários parâmetros reais do processo tais como, os recursos

envolvidos, uma seqüência de locais a serem visitados pelo paciente entre outros, e a utilização das técnicas de simulação multi-agentes é o sistema Medmodel<sup>®</sup> desenvolvido pela Promodel Corporation (PROMODEL<sup>®</sup>, 2010).

Segundo González (1997) as condições para melhorar a qualidade em um departamento de emergência podem ser estudadas utilizando técnicas de simulação-animação como uma ferramenta para a geração de alternativas viáveis.

Nesta breve revisão da literatura, e, a partir de uma perspectiva histórica, foram abordadas as origens, a evolução e o emprego de técnicas de simulação, e alguns campos de pesquisa associados, desenvolvidos ao longo das últimas décadas. Passando pelos conceitos de simulação computacional, agentes e sistemas multi-agentes (SMAs) foi estabelecida uma lógica para o surgimento de uma área de estudo de simulação que aborda interações, ou fenômenos sociais: a chamada simulação social baseada em agentes.

A simulação social contém a noção abstrata de esquema social, como uma forma possível de representação da cooperação coordenada entre agentes de uma sociedade real, em um ambiente virtual de interações. Trabalhos posteriores, ainda fora da área de saúde, sustentam a hipótese de usar este tipo de simulação social para avaliação de desempenho, em tarefas complexas, de equipes em procedimentos, levando em conta fatores como: nível profissional, grau de “expertise”, tempo gasto na tarefa e custo associado. Chegamos então, ao uso de simulações na área hospitalar num cenário de multi-agentes, e a necessidade de apoio a decisões sobre alocação de recursos humanos que afetem a estrutura de custos de uma unidade hospitalar.

A linha de pesquisa supracitada corrobora a visão dos benefícios decorrentes do uso da tecnologia de simulação e de agentes, como uma forma de apoiar decisões administrativas a respeito da melhor composição de equipes em procedimentos hospitalares complexos. O apoio à decisão pode envolver sugestões de alocação ótima de recursos humanos para composição da equipe que, em função das qualificações individuais de seus membros, permitam reduzir custos econômicos / administrativos para atingir objetivos em determinadas situações de interesse, tais como a melhoria da qualidade de um sistema. Esta última conexão pode ser estabelecida, relacionando-se as

decisões de alocação de recursos humanos, com os indicadores de qualidade de interesse para administração.

Os sistemas de apoio à decisão baseados em simulação social multi-agentes são razoavelmente adequados para simular o comportamento de pessoas trabalhando em equipe, como um procedimento de classificação de risco hospitalar. Pode-se dizer que, estes sistemas são importantes no auxílio ao processo decisório da administração hospitalar em ambientes de incerteza. As referências mostram um padrão de correlação de algumas das idéias e técnicas que compõe os fundamentos deste trabalho, às quais serão adicionados outros conceitos, idéias e técnicas para tratamento específico de uma situação.

## CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho procura integrar vários conceitos multidisciplinares, tendo como foco a área de saúde. Este capítulo descreve as idéias existentes e propostas, a fim de facilitar a compreensão no desenvolvimento deste trabalho. A técnica de lógica difusa encontra-se detalhada no anexo A (Lógica Difusa) e a teoria de agentes no capítulo 4.

### 3.1 SERVIÇOS

A demanda crescente por serviços tem como causas: as mudanças tecnológicas, a sofisticação dos consumidores, o processo de urbanização, as mudanças demográficas, sócio-econômicas, e o aumento da expectativa de vida. A elevação da porcentagem de empregos, no setor de serviços, mostra a tendência de crescimento mundial, desse segmento. No Brasil, esse fenômeno segue a mesma tendência do cenário mundial, com uma mudança significativa na alocação da força de trabalho no setor de serviços (CORREA & GIANESI, 1994).

Os serviços incorporaram-se de tal forma, aos hábitos da sociedade contemporânea, que segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000): "(...) os consumidores estão inclinados a adiar a compra de produtos, mas, não a sacrificar serviços essenciais como educação, telefone, bancos, saúde e serviços públicos como polícia e bombeiros".

A definição conceitual de serviço compreende algumas características fundamentais, que diferenciam suas operações, das de manufatura, como: a intangibilidade, a simultaneidade entre a produção e o consumo, e a interação com o cliente.

Lavelock (2001) define um serviço como uma atividade entre duas partes, cujo desempenho é essencialmente intangível. Além da intangibilidade, segundo Correa e Ganesi (1994), Grönroos (1993) e Gaither e Frazier (2001), duas características fundamentais complementam o conceito de serviço: produção e consumo simultâneo; e forte interação com o cliente, uma vez que, este participa no processo. Tendo em vista, a intangibilidade, e a simultaneidade do seu consumo, e de sua produção, os serviços não podem ser estocados, como ocorre com os produtos manufaturados.

A demanda de comportamento aleatório, e a preocupação com a qualidade tornaram-se desafios importantes, nas operações de gerenciamento de serviços, no sentido de melhor aproveitamento na alocação, e utilização dos recursos. Essa questão tem implicações significativas visto que, está diretamente relacionada à percepção dos clientes sobre o serviço prestado, e ao tempo necessário de espera.

Em serviços de saúde, a equipe de profissionais lida com uma demanda variável, e, geralmente, crítica de pacientes que apresentam uma grande variedade de problemas, exigindo flexibilidade e atendimento ágil. Nestes serviços, diferentemente da manufatura industrial, o tratamento envolve o cuidado a vidas humanas, o que torna sua administração mais complexa e delicada. Numa unidade de emergência hospitalar, as idéias tratadas acima possuem peculiar importância, uma vez que, os pacientes encontram-se em geral com sua saúde debilitada, necessitando em alguns casos de pronto atendimento. A simples sensação de que começou a ser atendido já contribui para a diminuição da sua ansiedade, assim como, para percepção acerca do serviço que lhe é prestado.

### 3.2 A QUALIDADE E A ATENÇÃO AO PACIENTE

#### 3.2.1 CONCEITOS

Na indústria, um dos conceitos de qualidade a define como a capacidade para que um produto consiga seu objetivo ao menor custo possível (JURAN, 1981). Se este conceito for extrapolado para a área de saúde, deve-se estabelecer qual é o “produto”, qual o “objetivo”, quem os define, e qual é o “menor custo possível”. Há uma “produção” técnica, que se origina de recursos materiais como os raios X, exames, e medicação, e uma “produção” médica, composta de recursos humanos, que corresponde ao atendimento propriamente dito, em vários níveis. Estas duas linhas produzem um resultado final, que busca melhorar a saúde das pessoas que procuram o sistema. Na indústria há a definição: “padrão adequado para o produto”, onde é necessário o consenso de gerentes, profissionais, e usuários. Conseguir este consenso em saúde é mais difícil, especialmente, se levarmos em consideração, que o usuário (paciente), geralmente, não possui os conhecimentos científicos, e técnicos, para analisar o serviço prestado.

Dentro deste contexto, introduz-se a idéia da qualidade de atenção, para que possam ser estabelecidas conexões, entre os produtos dos serviços públicos, e os parâmetros para sua avaliação. Na teoria clássica, a qualidade da atenção pode ser definida como: nominal, ou, em razão da forma como o seu conteúdo é administrado (DONABEDIAN, 1985). A qualidade da atenção, na sua definição nominal, é entendida como um atributo da atenção, que pode ser alcançada em diferentes graus. Aqui, as estimativas da qualidade e quantidade da atenção são inseparáveis, pois, um juízo de valor sobre a quantidade leva, implicitamente, a uma estimativa da qualidade. Assim, na definição nominal, a qualidade seria um juízo sobre alguma unidade objetiva. Como todo juízo, este dependerá de quem o emite, de quais são os benefícios, e os riscos. É provável que, no exemplo da área da saúde, os administradores dêem ênfase aos aspectos de organização e custos, os pacientes à acessibilidade, e os profissionais de saúde aos aspectos científicos da atenção. A existência de muitas opiniões sobre a qualidade, e sobre a forma como é medida, realça a importância de definição dos critérios de julgamento pelo especialista.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1985) sugere separar a qualidade da atenção em serviços de saúde em três componentes:

- Adequação;
- Eficiência; e
- Qualidade Técnico- Científica.

A expressão “atenção ao paciente”, refere-se aos elementos, procedimentos, e conseqüências de aplicar diferentes recursos, tais como: capital, material, conhecimentos, habilidades, juízo crítico, e trabalho, entre outros, ao serviço de pacientes, por médicos com responsabilidade profissional direta, que podem, ou não, serem ajudados por outro profissional médico, para-médico, ou não médico. As idéias expostas nos parágrafos acima, podem então ser integradas, dando uma idéia global do que chamamos qualidade de atenção ao paciente. Baseado na definição de atenção ao paciente, os elementos básicos, para satisfação das necessidades de saúde, podem ser divididos em (TOSCANO, 2001):

instalações e equipamentos,  
pessoal,  
conhecimentos biomédicos e,  
perícia necessária para aplicar estes conhecimentos.

### 3.2.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ATENÇÃO

A avaliação da prestação do serviço de atenção deve concentrar-se nos resultados das interações entre o paciente e as diferentes classes de trabalhadores de saúde na estrutura hospitalar, nas instalações e equipamentos físicos, na preparação técnica e experiência profissional, e nas formas de seleção do pessoal de saúde. Pode-se dizer ainda que, a qualidade da atenção ao paciente relaciona-se com o grau de conformidade com normas pré-fixadas, critérios objetivos e subjetivos, sobre o que constitui uma boa atenção.

Os critérios que se escolhem num estudo, com objetivo de avaliar a qualidade da atenção, a definem mediante a quantificação de condições previamente estabelecidas. A decisão sobre o que se considera qualidade acontece, implicitamente, quando da formulação e da valoração destas condições. Um dos obstáculos mais importantes é a dificuldade de fazer uma composição dos muitos critérios em índices numéricos para avaliação dos resultados do estudo.

## 3.3 RESTRIÇÕES DENTRO DOS SISTEMAS DE SAÚDE

### 3.3.1 CONCEITO

O termo restrições foi introduzido inicialmente em sistemas industriais, e de negócios, em 1987, por Eliyahu Goldratt, como um conceito de gestão, com o objetivo de obter uma melhoria contínua de seus processos. Existem duas premissas em sua abordagem para processos. A primeira é considerar um sistema, cujo sucesso, ou fracasso, depende da forma como diferentes processos interagem entre si. A segunda é, considerar como restrição, qualquer coisa, que coloque limitações aos objetivos do sistema. Sendo assim, todo sistema deve ter, pelo menos, uma restrição (fator limitante). Uma restrição não é boa nem má. Ela existe, e deve ser gerenciada (GOLDRATT, 2002).

De fato, o reconhecimento da existência, de um fator limitante, é uma excelente oportunidade para a melhoria, pois, permite o foco na identificação, e no gerenciamento das restrições.

Apesar da idéia das restrições em processos ter se originado no setor industrial, sua filosofia pode ser aplicada, em diferentes tipos de organização, onde pode ser incluída a área da saúde. Segundo Burton (2001) em uma organização de saúde privada, as metas de oferecer tratamento com qualidade, e de gerar lucro são complementares e essenciais. Na Inglaterra esta idéia foi aplicada com sucesso, na redução das longas listas de espera, que são administradas pelo sistema nacional de saúde, conforme descrito por Phipps (1999). Na área do tratamento de câncer, Kershaw (2000) apresenta um estudo interessante, realizado no setor de quimioterapia de uma clínica de oncologia.

As idéias de restrições utilizadas no setor industrial podem ser aplicadas dentro do setor de saúde, através da seguinte abordagem: enquanto que, no ambiente de manufatura se busca uma maior produtividade, na área hospitalar, a meta é o atendimento, com qualidade, do maior número de pacientes (WATSON, 2006) e (KERSHAW, 2000).

Uma diferença óbvia entre o ambiente industrial, e o ambiente de serviços de saúde, é que diferentemente da manufatura, o que é tratado em um hospital é o ser humano. Nesta situação, o conceito de restrições é acrescido de novos desafios. Um exemplo disto é a importância da satisfação do paciente no processo de tratamento, e sua percepção da qualidade dos serviços prestados. A melhoria no atendimento, de um determinado setor, considerado gargalo, não pode ser obtida em detrimento da qualidade dos serviços prestados.

Segundo Goldratt (2002) para a melhoria de um sistema, tendo como referência a idéia de suas restrições à produção, deve ser dada atenção a alguns pontos, tais como:

1. Identificar as restrições do sistema:

Restrições físicas devem ser imediatamente identificadas, como, por exemplo, o número de salas de exames, equipamentos, médicos, enfermeiras, e técnicos. Em muitas instituições de saúde, a restrição está no número de auxiliares administrativos. Quando,



existe a necessidade de redução de custos, grande parte das organizações decide reduzir o pessoal administrativo, preservando o corpo clínico. Uma ação desta natureza, sem uma análise detalhada do processo, pode resultar em um crescimento de atividades administrativas a serem desempenhadas, por médicos, e enfermeiras, e a diminuição do tempo, destinado ao atendimento do paciente. A velocidade do fluxo de pacientes atendidos cai, o faturamento cai, e o custo operacional por paciente aumenta. Restrições políticas tais como, decisões, e estratégias ineficientes, apesar de serem em muitos casos mais desastrosas que os problemas operacionais, são mais difíceis de identificar e gerenciar.

## 2. Decidir como explorar as restrições do sistema

Se a restrição é física, o objetivo é gerenciar os fatores limitantes, tornando o processo o mais eficiente possível. A restrição dita a velocidade do fluxo de atendimento dos pacientes. O tempo perdido com um fator limitante é um tempo perdido em todo o processo. Sendo assim, uma vez identificada, a restrição deve ser imediatamente explorada e gerenciada. Isto pode ser realizado, de diferentes maneiras, dependendo do tipo de restrição. Se a limitação está no número de equipamentos de diagnóstico, a decisão está em como programar sua utilização, para que o maior número de pacientes possa utilizá-lo, sem que haja o comprometimento da qualidade do exame e do diagnóstico. Neste caso, todos os esforços devem ser direcionados para aumentar a taxa de utilização dos equipamentos considerados recursos limitadores. Ações de curto prazo, que aumentem a eficiência do planejamento de atendimento de pacientes, e reduzam o tempo do exame, devem ser exploradas e executadas.

## 3. Subordinar e sincronizar todos os recursos restantes às decisões tomadas

Subordinar e sincronizar todo o restante, em função das decisões tomadas nos dois primeiros passos, é a etapa mais difícil, e, geralmente, a mais importante. Sem esta subordinação, os planos de explorar a restrição podem não ocorrer, sendo colocados de lado, em função dos problemas do dia-a-dia. Desta maneira, após a decisão sobre a forma de explorar a restrição, devem ser desenvolvidos planos estratégicos, definindo, como todos os outros recursos não gargalo irão operar, para garantir que seja atingido o objetivo de elevar o fluxo de tratamento dos pacientes. Este planejamento pode incluir: a

análise, e programação do atendimento dos pacientes em determinada clínica; como o atendimento é feito; e como os exames são realizados. Cada etapa do processo de atendimento e da realização dos exames deve ser sincronizada, para evitar a ociosidade dos equipamentos, e, assim, reduzir o tempo de espera na fila.

#### 4. Elevar a capacidade das restrições do sistema

Em contraste com o item 2, onde são realizadas ações para aumentar o fluxo de atendimento aos pacientes, sem que haja gastos significativos, este item requer um investimento nos recursos considerados limitadores. Por exemplo, pode ser necessário o aumento da equipe médica, ou o crescimento da capacidade instalada, com a compra de um novo equipamento.

Quando o fluxo de tratamento de pacientes em um hospital, ou clínica é analisado, pode-se observar que o mesmo é composto de uma seqüência de atividades, tais como: registro, consultas ambulatoriais, exames de diagnóstico e condutas terapêuticas, que configuram uma seqüência linear de eventos, ou uma cadeia de processos interdependentes. Cada elo dessa cadeia possui a habilidade de executar suas respectivas atividades, em diferentes taxas de atendimento.

### 3.3.2 A CAPACIDADE E AS RESTRIÇÕES DOS SISTEMAS

A capacidade de um sistema é o nível máximo que ele pode atingir, ao operar sob condições normais, em determinado período de tempo. O intuito de gerenciar essa capacidade é atender a demanda, de maneira eficiente. Dependendo da natureza da demanda, o uso de diferentes partes de um sistema pode atingir sua capacidade máxima, e atuar como uma restrição para toda a operação. O principal problema para medição da capacidade, é a complexidade da maior parte dos sistemas produtivos. Apenas, quando a produção é altamente padronizada e repetitiva, torna-se mais fácil definir capacidade. Na indústria, as unidades de medida para produção são diretas, como por exemplo: número de automóveis por mês, toneladas de carvão por dia, ou barris de cerveja por trimestre. Em operações de serviço, dadas sua natureza, e características (variabilidade, sazonalidade, intangibilidade, demandas aleatórias, dentre outras), a medida da capacidade torna-se um desafio permanente para os gestores. Em serviços hospitalares,

é difícil estabelecer medidas para a capacidade. Nos hospitais, particularmente, aqueles que trabalham com demandas variáveis, emergenciais e inadiáveis para execução de diversos serviços, a capacidade está diretamente relacionada a um “mix” de atividades desempenhadas (SLACK, 2002). Quando a medida de capacidade envolve a mão-de-obra, o grau de dificuldade se eleva. As variações intrínsecas do trabalho humano, e, as diferenças de produtividade causam grande variabilidade na capacidade do atendimento a pacientes. Fatores humanos como: fadiga, inexperiência profissional e conhecimentos são apenas alguns dos elementos, que influenciam a capacidade de atendimento, na área de saúde.

De acordo com Gaither e Frazier (2001) e Correa (1994), as principais decisões sobre capacidade devem considerar os seguintes aspectos: estimativa das capacidades das instalações atuais; previsão das necessidades futuras de capacidade para todos os serviços; identificação e análise das diferentes fontes, e formas de alterar a capacidade no curto, médio e longo prazo; identificação das diferentes formas de influenciar a demanda; avaliação do impacto da decisão a respeito da capacidade sobre a qualidade do serviço prestado; e, por fim, escolha das fontes alternativas, para incrementar a capacidade do sistema. Estas decisões requerem a identificação das áreas do sistema, onde, os benefícios da alteração vão repercutir no aumento da capacidade global.

De acordo com o item 3.3.1 supracitado, o tratamento das restrições e da capacidade tem uma dimensão onde, as medidas e as soluções para melhoria são definidas em termos de investimentos nos recursos considerados limitadores (restrições), por meio de alocação quantitativa de recursos humanos e materiais. Por exemplo, as soluções para redução dos tempos de espera em fila, e de ociosidade de servidores são aquelas que envolvem aumento/redução de recursos. No caso de ambientes hospitalares, as soluções são, geralmente, alterações no número de médicos, enfermeiros, números de leitos dos setores, etc.

A abordagem proposta por este trabalho a respeito do tratamento das restrições dos sistemas visa à inclusão de fatores humanos como experiência, habilidade, e conhecimento, como limitadores que exercem influência sobre o sistema e seus procedimentos. Esta visão possui um caráter individual (na execução de etapas do sistema por um agente), e um caráter coletivo (na execução de todo o sistema por uma

equipe). A performance do sistema é aqui tratada, em termos da medida de desempenho da equipe que o executa. O desempenho, que é a forma de verificar a produção da equipe, é quantificado em função de indicadores pré-determinados. Esta mudança de paradigma na forma de avaliar um sistema, possui foco na qualidade dos fatores humanos. Assim, as soluções para melhoria do sistema (desempenho da equipe) podem ser propostas de duas formas:

1) através da realocação de membros dentro da equipe, alterando os papéis que eles desempenham dentro do sistema, sem alterar suas qualificações individuais; ou

2) por incremento da qualificação individual identificada como deficiente em determinado(s) critério(s).

Em resumo, nesta abordagem as decisões de mudança são baseadas na avaliação do desempenho da equipe, e na identificação de formas de alteração da equipe. Estas poderão ocorrer em função dos papéis atribuídos aos membros, ou de alteração na qualidade dos fatores humanos (realocação de membros, ou investimento para melhorar qualidades individuais), visando à melhoria da qualidade de produção do sistema.

### 3.3.3 UMA VISÃO INTEGRADA DAS RESTRIÇÕES E DA QUALIDADE DE ATENÇÃO AO PACIENTE PARA APLICAÇÃO NA SIMULAÇÃO SOCIAL

De acordo com as premissas do QualiSUS, a atenção ao paciente deve envolver a qualificação dos fatores humanos, considerados nesta análise, como recursos limitadores. Para que as idéias propostas tenham resultado prático, deve-se proceder à avaliação da qualidade do serviço de saúde de interesse. Esta avaliação, que envolve o procedimento de classificação de risco da triagem, considera cada uma de suas tarefas como um processo a ser conduzido por agentes com qualidades, habilidades e experiências, sintetizadas por um índice numérico. Esta primeira síntese de condições atende à quantificação do julgamento de critérios, estabelecidos por especialistas (administradores e profissionais de saúde), ou usuários, tidos como importantes para qualificação individual, naquele processo específico. A segunda atenderá à quantificação dos indicadores de qualidade definidos, em função da qualidade de atenção ao paciente para

todo procedimento, e também sintetizados por um índice numérico (qualificação da equipe).

Para que os objetivos dessa abordagem sejam alcançados, é vital que seja desenvolvida uma metodologia para cálculo dos índices numéricos, em conformidade com os critérios considerados pelos especialistas, como importantes individualmente, e coletivamente. Assim, equipes podem ser testadas, e seu desempenho estabelecido para que, em seguida, melhorias da qualidade de atenção sejam propostas.

A integração dos conceitos propostos a respeito dos recursos limitadores, e da qualidade de atenção na área de saúde, pode ser resumida pelas seguintes idéias:

1) Os fatores limitadores do sistema a serem gerenciados são as qualificações individuais dos agentes condutores dos processos, que influenciam o desempenho da equipe;

2) As qualificações individuais dos agentes, e o desempenho das equipes refletem os critérios individuais e os indicadores de qualidade escolhidos pelo especialista;

3) O método de mensuração dos fatores limitadores, e do desempenho da equipe no procedimento é feito por variáveis quantitativas, que refletem os critérios individuais e os indicadores de qualidade;

4) Entende-se como, redimensionamento qualitativo, a realocação dos agentes dentro da equipe, ou o incremento de seus índices de qualificação individuais.

## CAPÍTULO 4 – AGENTES

### 4.1 AGENTES DE SOFTWARE

Embora a filosofia da simulação não seja nova, somente a partir da última década, com o crescimento da Internet e de suas aplicações, as atenções se voltaram para o emprego de agentes na simulação computacional. A partir de então, um grande número de conceitos interdisciplinares foi reunido para formação da técnica de simulação baseada em agentes. Nesta técnica, entidades individuais (tais como células, animais, árvores, seres humanos) são representadas diretamente no modelo (em vez de suas densidades ou concentrações), possuindo um estado interno, e um conjunto de regras e comportamentos que determinam como o estado do agente evolui.

“Agente” é um novo paradigma para aplicações de desenvolvimento de software. A computação baseada em agentes tem sido aclamada como “a próxima inovação significativa em desenvolvimento de software” (SARGENT, 1992) e “a nova revolução em software” (OVUM, 1994).

Agentes são geralmente usados em circunstâncias similares, onde, usando uma base de conhecimento associada à observação da situação atual à sua volta, toma decisões consistentes com o seu domínio e executa as ações necessárias para mudar o ambiente. A figura 1 mostra o mecanismo básico de um agente.

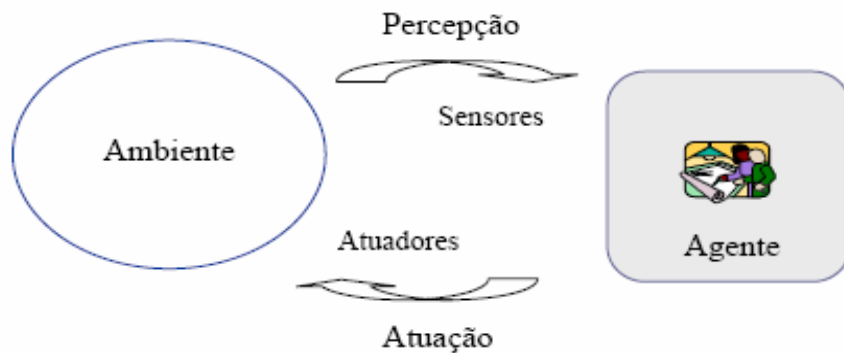


Figura 1 : Mecanismo Básico de um Agente

Segundo Dávila e Tucci (2000) agentes são as entidades no sistema modelado que podem perceber o ambiente, possuir objetivos e crenças e, ao agir de acordo com essas crenças, para alcançar esses objetivos, tenham a capacidade de modificar o ambiente, durante o processo.

Segundo Wooldridge e Jennings (1995) um agente é um sistema computacional situado em algum ambiente, que é capaz de agir com autonomia e flexibilidade neste ambiente, para satisfazer seus objetivos de projeto. Assim, pode-se afirmar que um agente é um componente de software e/ou hardware que é capaz de realizar tarefas de interesse de seus usuários, atuando como uma entidade autônoma para reagir a mudanças ambientais e para mudar seu comportamento de maneira pró-ativa. O termo “agente” é usado em algumas áreas como algo entre uma simples sub-rotina de programa e uma entidade consciente, enquanto que, para outras áreas ele é entendido como uma representação de uma unidade de decisão, ou, em geral, um processador de conhecimento e, quando implementado, um módulo de software (PRIETULA et al.,1998).

Com base nas afirmações supracitadas, pode-se entender como “agente”, uma entidade capaz de executar tarefas que venham compor um procedimento, como por exemplo: um ser humano, uma máquina, ou uma unidade de ação (como um navio dentro de uma força-tarefa). Neste último caso, um grupo responsável pela execução de tarefas pode ser aglutinado, e, tratado como um único agente para simplificação.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS E CLASSIFICAÇÃO

De acordo com Sycara (1996) as seguintes são características desejáveis para os agentes, embora não sejam obrigatoriamente encontradas em todos os agentes:

- 1 - Direção: capacidade de receber diretrizes de usuários e outros agentes;
- 2 - Autonomia: comportamento determinado pela própria experiência;
- 3 - Persistência: capacidade de operar por longos períodos sem atenção;
- 4 - Confiabilidade: desempenho de acordo com expectativas;
- 5- Antecipação: antecipar necessidades, resultados, informações, aprendizagem;
- 6 - Atividade: capacidade de iniciar solução de problemas, fusão de informação, etc.;
- 7 - Cooperação: entre sistemas e outros agentes; resolução de conflitos, etc.;
- 8 - Flexibilidade: estruturas heterogêneas de agentes e de fontes de informação;
- 9 - Adaptação: modificações de objetivos, tarefas, aprendizagem.

Segundo Wooldridge e Jennings (1995) por Flexibilidade, entende-se que o agente deve ser:

- Responsivo: capacidade de perceber seu próprio ambiente;
- Pró-ativo: não agir simplesmente em resposta a uma solicitação, mas poderem tomar iniciativas quando apropriado (o que também é um elemento chave da autonomia);
- Social: interagir com outros agentes e humanos para solucionar seus problemas, e ajudar outros em suas atividades.

Por autonomia, entende-se o princípio que os agentes podem agir por conta própria, sem a intervenção humana. A cooperação com outros agentes é vista como essencial e a comunicação requerida para assegurá-la geralmente envolve mensagens de alto-nível. Por último, para agentes serem realmente “inteligentes” eles deveriam usar o(a) Aprendizado/Adaptação para reagir e/ou interagir ao/com seu ambiente externo, adaptando-se à experiências anteriores, de forma que seu desempenho melhore com o tempo. A mobilidade é outra característica desejável, especialmente para os agentes que atuam em redes de computadores e na Internet e necessitam ter facilidade de deslocamento entre estações (“*host-to-host*”). Esta característica também pode ser



interpretada como a capacidade do agente se locomover dentro de seu próprio ambiente virtual de trabalho.

Como um agente é criado para executar uma tarefa, ou um conjunto de tarefas, em um ambiente particular, que, por sua vez, age sobre o agente e, ao mesmo tempo, é afetado pelo comportamento do agente, determinada combinação de características dos agentes, mais apropriadas para a execução de tarefas, em dado ambiente torna-se essencial.

Segundo Wooldridge e Jennings (1995) existem várias dimensões para classificar os agentes de software. Uma forma de classificação pode ser descrita abaixo, observando-se que, dependendo de suas características, o agente nem sempre se enquadra em uma classificação, podendo mesmo se enquadrar em mais de uma classificação:

1) Agentes classificados pela sua mobilidade, i.e, por sua habilidade de se mover sobre a rede. Assim, os agentes podem ser estáticos ou móveis. Agentes móveis são processos de software capazes de vasculhar grandes redes de computadores, como a “*World Wide Web*”, interagindo com outros “*hosts*”, executando tarefas de seu próprio interesse, e retornando para “casa” tendo feito todas as suas obrigações. Estas obrigações podem variar desde, a ação de fazer uma reserva aérea, a gerenciar uma rede de telecomunicações.

2) Agentes classificados como deliberativos (decidem as situações após exame ou discussão) ou reativos. Os deliberativos derivam do paradigma de pensamento deliberativo, que defende que estes possuem um modelo interno de raciocínio simbólico, e se empenham no planejamento, e negociação, com outros agentes, para alcançar seus objetivos. Já os reativos representam uma categoria especial de agentes, que não têm nenhum modelo simbólico interno de seus ambientes, e agem usando um tipo de procedimento de resposta a estímulos, de acordo com, o estado presente do ambiente, em que eles estão inseridos (FERBER, 1994). São freqüentemente referenciados como: agentes autônomos. Segundo Maes (1991) destacam-se três idéias principais, sobre

agentes reativos. Primeiro, a funcionalidade emergente: agentes reativos são relativamente simples, e interagem com outros agentes de maneira básica. Segundo, decomposição de tarefas: um agente reativo é visto como uma coleção de módulos que operam autonomamente e são responsivos para tarefas específicas. Terceiro, eles tendem a operar sobre representações interpretadas como dados sensoriais, em contraste às representações de alto nível vistas em outros tipos de agentes.

3) Agentes também podem ser classificados em relação a atributos tais como: autonomia, aprendizado e cooperação. A partir dessas três características, pode-se derivar três tipos de agentes: agentes colaborativos, agentes de interface e agentes inteligentes (ou racionais).

- Agentes Colaborativos: Enfatizam a autonomia e a cooperação com outros agentes para executar tarefas por conta própria, em ambientes multi-agentes abertos ou com restrições de tempo. Eles podem aprender, mas esta não é a maior ênfase de sua operação. Para coordenar suas atividades, eles podem ter de negociar para estabelecer acordos aceitáveis entre si.

- Agentes de Interface: Agentes de interface enfatizam a autonomia e a aprendizagem para executar tarefas por conta própria. A metáfora-chave que melhor exemplifica este tipo é a de um assistente pessoal que colabora com o usuário no mesmo ambiente de trabalho. Essencialmente, agentes de interface fornecem assistência pró-ativa para um usuário que esteja aprendendo a usar uma aplicação particular. Esses agentes observam e monitoram as ações executadas pelos usuários, aprendem novos atalhos e sugerem melhores maneiras para que os usuários realizem suas tarefas. Tipicamente, os agentes de interface aprendem para assistir seus usuários de 4 maneiras:

1) observando e imitando o próprio usuário, 2) recebendo feedback positivo ou negativo do usuário, 3) recebendo explicitamente instruções do usuário, e 4) pedindo conselho a outros agentes. A cooperação entre os agentes de interface e outros agentes se resume a pedir conselhos (MAES, 1994).

- Agentes Racionais, onde a racionalidade depende de, pelo menos, quatro itens:

1 - Critério (medida) de desempenho que define o grau de sucesso;

- 2 - História (memória) perceptiva (tudo que foi percebido);
- 3 - Conhecimento do ambiente (o que sabe sobre o ambiente);
- 4 - Ações que pode executar.

Para cada seqüência em sua história perceptiva, um agente racional deve realizar ações que maximizem seu critério de desempenho, levando em consideração as evidências proporcionadas pela história perceptiva, e qualquer outro conhecimento que tenha disponível. A especificação das ações a serem realizadas pelos agentes em resposta a uma seqüência perceptiva (mapeamentos) ajuda na construção do projeto de um agente racional. Como possuem um modelo interno de raciocínio simbólico, podem ser considerados como deliberativos.

4) Algumas vezes os agentes podem também ser classificados pelos papéis que executam. Tais agentes ajudam a gerenciar a grande quantidade de informação de redes como a Internet. Nós identificamos esta classe como agentes da Internet ou agentes de informação;

- Agentes de Internet ou Agentes de Informação: executam o papel de gerenciar, manipular ou coletar informação de muitos recursos distribuídos. São duas as motivações para o desenvolvimento desse tipo de agentes. A primeira é simplesmente a necessidade de se ter ferramentas que gerenciem a explosão de informação da "World Wide Web". A segunda é que existem grandes benefícios financeiros a serem adquiridos (MAES, 1994).

5) Finalmente, temos os agentes híbridos que são uma combinação de duas ou mais filosofias de agentes dentro de um único agente. O objetivo é se apropriar das vantagens de cada uma dessas filosofias, tentando maximizar as vantagens e minimizar as deficiências da técnica mais relevante para o propósito em questão.

Alguns Sistemas Multi-Agentes podem usar agentes facilitadores que ajudam outros agentes, recebendo parte de sua autonomia em troca de serviços específicos. Facilitadores poderiam assim, coordenar as atividades de outros agentes e satisfazer pedidos em nome de seus agentes subordinados (AHMAD, 2002).

Embora as classificações descritas não sejam exaustivas, pois novos agentes têm sido criados para executarem tarefas especiais, a maioria dos agentes usados em simulações computacionais pode ser enquadrada em algum dos tipos supracitados.

Cabe aqui observar que os termos “agentes” e “agentes inteligentes” vêm sendo usados de forma relacionada, mas com sentidos diferentes, o que torna confusa a interpretação. Em Ciência da Computação, um agente inteligente é um agente de software que auxilia o usuário e age em seu nome, tal como um agente de viagens ou agente de seguros. Assim, seu trabalho é baseado em regras fixas e pré-determinadas, e pode ser implementado usando técnicas convencionais de software, sem mostrar mais inteligência do que um programa de computador. Já em Inteligência Artificial, o mesmo termo para agentes inteligentes é usado para designar atores inteligentes que observam e atuam sobre o ambiente, sendo entidades capazes de perceber e interagir com este (implicando características de adaptação e aprendizado), e com outros agentes, de uma forma que seria considerada como inteligente caso fosse realizada por seres humanos. Neste último sentido, um agente inteligente pode ser totalmente autônomo (ou semi-autônomo) ao conduzir uma agenda própria sem controles externos, tomando decisões baseado em suas percepções sobre o ambiente.

#### 4.3 A SIMULAÇÃO BASEADA EM SISTEMAS MULTI-AGENTES

Segundo Sichman (2004), os sistemas multi-agentes (SMA) propiciam o desenvolvimento de uma área de pesquisa com forte caráter interdisciplinar, que pode envolver, entre outros conhecimentos, os seguintes: psicologia social, ciências sociais, informática, lógica matemática, ciências da organização, etc.

Segundo Sikora e Shaw (1998) um SMA “deve permitir que agentes com funcionalidades específicas mantenham controle local de forma autônoma, e, ao mesmo tempo, sejam dotados de todos os meios possíveis para que, com a coordenação desejada, possam alcançar seus próprios objetivos, bem como os objetivos de toda a sociedade”.

SMA também podem ser chamados de “sistemas auto-organizados”, pois se orientam para encontrar soluções para seus problemas sem intervenções externas. Esses sistemas podem manifestar auto-organização e comportamentos complexos mesmo

quando as estratégias individuais dos agentes forem simples. Em Ciência da Computação, um SMA é um sistema composto por vários agentes capazes de atingir objetivos de maneira coletiva, que seriam difíceis de atingir por um agente individual ou por um sistema monolítico (SICHMAN, 2004).

Sistemas multi-agentes podem ser definidos como: uma rede de agentes que trabalham junto para encontrar soluções para problemas que estão além da capacidade e do conhecimento individual de um agente. Isto pode significar que o domínio requer um número de agentes de tipos distintos, cada qual focado em uma diferente área de atuação, o que significa que somente conseguem resolver um subconjunto de problemas de seu domínio global (AHMAD, 2002).

Segundo Parsons e Klein (2004) há essencialmente dois tipos de SMA: SMA fechados que contém agentes bem comportados projetados para cooperação conjunta em busca de um objetivo global, e SMA abertos que podem conter agentes que não são projetados para cooperação. Isto pode exigir a criação de mecanismos de coordenação para lidar com conflitos como negociações ou leilões.

Dentro de um SMA, pode-se entender como equipes aquelas compostas por: agentes de um mesmo tipo (como uma equipe de triagem ou de combate a incêndio, onde só há seres humanos), ou uma mistura de agentes de tipos diferentes (caso onde agentes humanos, não-humanos ou agentes agrupados em um único agente executariam tarefas). Basicamente, as equipes de agentes executam uma tarefa global, onde há um, ou mais objetivos pré-definidos, a serem alcançados.

#### 4.4 ORGANIZAÇÃO DOS SISTEMAS MULTI-AGENTES

Ainda segundo Sichman (2004), duas linhas complementares de pesquisa podem ser consideradas para a organização da estrutura dentro do domínio dos SMA: a primeira envolve o desenvolvimento de modelos para agentes ditos cognitivos (deliberativos ou racionais), uma vez que eles contêm uma representação explícita de conhecimento, referente ao seu ambiente, aos outros agentes e às suas próprias capacidades. Através de tais conhecimentos, alguns mecanismos de raciocínio são ativados, guiados por um conjunto de intenções ou objetivos, de modo a determinar um conjunto de possíveis

ações a serem executadas em seu ambiente. O modelo de sociedade é baseado em organizações humanas, como grupos, hierarquias ou mercados. A segunda linha trabalha na construção de modelos para agentes ditos reativos que realizam ações, ou apresentam um comportamento em reação a um conjunto de estímulos recebidos de seu ambiente. Diferentemente dos agentes cognitivos, tais agentes não apresentam capacidades de raciocínio que permitam eleger o melhor plano de ação num determinado momento. Toda a comunicação entre os agentes é feita de modo indireto, através de ações sobre o ambiente.

Segundo Yu e Mylopoulos (1993) um modelo de dependência entre atores deve introduzir a noção de papel social. Agentes desempenham papéis em organizações, e cada papel requer certas funcionalidades específicas. A separação clara entre papéis e agentes permite caracterizar fenômenos interessantes, como a adequação de agentes a papéis. A estrutura organizacional dos agentes, por outro lado, é vital para o funcionamento da sociedade, pois determina algumas restrições de comportamento, com objetivo de garantir a manutenção da finalidade desta sociedade. Sob esta ótica, a organização de um SMA pode ser vista como um conjunto de restrições adotadas por um grupo de agentes, de modo que, seus objetivos possam ser mais facilmente atingidos. Tais restrições podem ser definidas de várias formas, tais como: por meio de leis, papéis, autoridades e acordos. A representação desta estrutura pode ser implícita ou explícita (como na maioria dos SMA). Em alguns casos, esta segunda representação torna-se necessária, como no caso da adaptação da sociedade a alguma perturbação do ambiente (por exemplo, a saída de um agente da sociedade ou a escassez de um recurso). Um outro aspecto interessante consiste na gênese/troca de papéis, ou seja: como uma sociedade de agentes pode se auto-organizar e, uma vez organizada, se reorganizar para manter e melhorar seu funcionamento? Quando esta sociedade decide criar um novo papel, alterar a atribuição de papéis, ou alterar a estrutura organizacional, de modo a maximizar a eficiência do trabalho coletivo?

Segundo Hubner (2003) um modelo de organização para SMA pode claramente distinguir três aspectos: estrutural, funcional e deontico. O aspecto estrutural se refere aos papéis presentes na estrutura organizacional, bem como às diversas relações entre estes papéis, como os aspectos de autoridade, hierarquia, comunicação e coordenação. O aspecto funcional trata dos planos globais para atingir os objetivos da organização,

compreendendo a divisão dos planos em missões a serem cumpridas pelos agentes que desempenham os papéis pertinentes. Finalmente, o aspecto deontico captura os graus de liberdade que os agentes, sempre desempenhando determinados papéis, possam ter numa determinada resolução de problema: se podem criar métodos ou planos alternativos, se devem seguir rigidamente seqüências de ações pré-definidas, se podem postergar a obtenção de determinado objetivo, se devem negociar, entre outras decisões.

#### 4.5 DINÂMICA DA SIMULAÇÃO COM SMA

As técnicas tradicionais de simulação são normalmente baseadas em modelos matemáticos ou estocásticos. Basicamente, define-se um conjunto de equações diferenciais ou equações discretas que relacionam vários parâmetros globais de um sistema e descrevem a sua dinâmica. Na maior parte dos casos, o objetivo da simulação se restringe a levantar relações de causa-efeito entre as variáveis de entrada e de saída. Do ponto de vista dos fenômenos sociais, a utilização de tal paradigma de simulação apresenta alguns inconvenientes, e, como forma de adaptar as idéias tradicionais a uma nova aplicação, a simulação multi-agentes surge como uma nova dinâmica criada a partir da concepção de mundos artificiais, repletos de indivíduos, biológicos ou sociológicos, que interagem entre si. Cada indivíduo é representado por um agente (processo ou procedimento computacional), capaz de produzir ações locais em resposta a estímulos externos e à interações com outros agentes. Este tipo de abordagem é adequado para situações onde existem muitos indivíduos, cada um com comportamentos diversos e complexos. Normalmente, os comportamentos primitivos de cada indivíduo são programados, e então o comportamento global que emerge das interações (não pré-programadas) entre os indivíduos é analisado. A utilização de tal abordagem para simular fenômenos sociais permite entre outros: (i) testar hipóteses sobre o aparecimento de comportamentos no nível macro a partir de interações no nível micro, (ii) construir teorias que contribuam para o entendimento de fenômenos (etológicos, sociológicos e psico-sociais, entre outros) que relacionam comportamentos a estruturas e, (iii) integrar teorias parciais de diferentes disciplinas numa mesma estrutura (SICHTMAN, 1998).

Ferber e Muller (1996) descrevem a dinâmica da teoria de um SMA onde o universo a ser modelado é descrito por dois tipos de componentes de estado: influências e variáveis ambientais (também conhecidas como variáveis de estado). Influências podem

ser consideradas com tentativas de se mudar o curso de eventos que, de outra forma, não ocorreriam. Influência é uma forma conveniente de se distinguir a idéia de um agente tentando provocar mudanças no seu ambiente, da idéia da real ocorrência das mudanças. A ocorrência real é como uma resposta do ambiente a todas as influências sofridas em um determinado momento. Esta visão de modelo dinâmico baseia-se na idéia de um ambiente virtual com múltiplos agentes, que possui um conjunto de múltiplos estados e atributos, e um conjunto de funções de transformação, que modificam os atributos e estados do sistema.

Um importante efeito desta abordagem diz respeito a possibilidade das influências poderem ser causadas por outros objetos, existentes dentro do ambiente virtual de um SMA, que nada têm em comum com os agentes. Outro importante elemento desta abordagem é a forma com que se percebe como, quando e porque o sistema evolui. As regras de transição (funções de transformação) para um novo estado do ambiente têm como ponto de partida o atual estado do sistema, e as pré-condições necessárias para sua evolução. A partir desta conjuntura, as regras de transição podem ser aplicadas ao ambiente, produzindo um novo estado, que possui diferenças, em relação ao estado imediatamente anterior. Essas diferenças são as pós-condições do estado inicial. Desta forma, obtém-se uma dinâmica, que permite alterações no ambiente, e a criação de condições que servirão de pré-requisito (junto com outras condições existentes, as quais, não necessariamente são decorrentes da última transição do sistema), para que outras regras de transição possam ser executadas, e, o estado do sistema seja atualizado, até que, determinado(s) estado(s) de interesse seja(m) alcançado(s).

#### 4.6 ADAPTAÇÃO DA FILOSOFIA DE SIMULAÇÃO SOCIAL BASEADA EM AGENTES AO TRABALHO

A idéia de trabalho proposta é baseada na inclusão de fatores humanos na área de triagem hospitalar, com foco na qualificação de agentes e na avaliação de equipes de agentes em um procedimento de classificação de risco de pacientes. Para que esta teoria de simulação social em ambientes virtuais baseada em agentes, possa ser usada neste trabalho, as seguintes observações devem ser consideradas:



A) Todos os participantes do procedimento se enquadram na condição de agente porque, percebendo o ambiente, tomam decisões consistentes com o seu domínio, e, através das ações necessárias, alteram-no, reagindo às suas mudanças durante o processo. O paciente também é um agente, pois reage às mudanças ambientais provocadas por outros agentes, interagindo com estes, ao seguir suas decisões de encaminhamento. Ele pode ser considerado como um agente simples, mas acima de tudo é caracterizado por uma atuação passiva.

B) A característica básica dentro do procedimento é a reatividade, já que, os agentes interagem sempre utilizando um comportamento de ação/reação. A comunicação entre os agentes é feita de modo indireto, através de ações sobre o ambiente. A partir das interações surge um comportamento global que resulta no encaminhamento do paciente para um estágio seguinte. Assim, neste tipo de agente se encontram as idéias de:

- reatividade: propriedade que permite aos agentes perceberem seus ambientes e responderem adequadamente às mudanças neles ocorridas. Ocorre quando a equipe e o paciente interagem de forma básica;

- orientação por meta: capacidade de possuir objetivo, e de trabalhar em virtude deste. Em cada fase do procedimento, o agente da equipe tem como objetivo individual uma decisão de encaminhamento, assim como todo o procedimento tem como objetivo o encaminhamento externo;

- continuidade temporal: capacidade de continuarem ativos após uma mudança de ambiente. Após cumprimento de suas tarefas, os agentes permanecem disponíveis para receber novos pacientes, como no mundo real.

C) Entende-se como equipe, o grupo responsável por todas as fases da classificação de risco do paciente. A técnica de Simulação Multi-Agentes (SMA), soa como a mais adequada para simular um grupo de pessoas trabalhando em equipe, como é o caso do procedimento de classificação de risco.

A equipe de classificação de risco é composta por agentes que, basicamente, executam uma tarefa com objetivo global, e tarefas individuais. Assim os agentes são capazes de atingir objetivos de forma coletiva, que não poderiam ser atingidos apenas por

um agente. Este é o caso típico dos SMA fechados que buscam o objetivo global através de uma cooperação conjunta.

D) Em uma equipe de classificação de risco, cada membro desempenha uma função de acordo com a fase do procedimento em que esteja alocado. Como há relativa dependência entre as fases, cria-se uma organização com regras de comportamento, que restringe as ações de acordo com as funções desempenhadas. Além disso, existe a possibilidade de realocação de membros, alterando o papel social desempenhado, o que possibilita flexibilizar a equipe, e, no caso específico de uma simulação, testar o comportamento da equipe escolhida. A simulação social baseada em agentes permite a (re)organização dos membros em função dos papéis sociais desempenhados e de funcionalidades específicas, como por exemplo a alteração dos membros em função de suas qualificações individuais para a tarefa a ser realizada. Conclui-se que, este tipo de simulação, onde há separação clara, entre agentes e papéis, permite analisar fenômenos interessantes, como a adequação de agentes a papéis.

A organização da simulação social com SMA proposta pode ser vista, como um conjunto de restrições adotadas à atuação dos agentes. Este aspecto de restrição de comportamento da representação implícita da estrutura organizacional reflete a disposição de uma equipe de classificação de risco, onde cada membro tem rotinas operacionais que determinam suas ações, e, possibilitam certa hierarquia e seqüência de decisões, para garantir a manutenção da finalidade desta sociedade. Sob esta visão, o aspecto deontológico, que captura os graus de liberdade que os agentes podem ter no encaminhamento do paciente, é rígido nas ações pré-definidas possíveis de serem realizadas pelos agentes. Desta forma, permite-se adicionar um grau de deliberação nas decisões dos agentes em função de sua qualificação para executar determinadas tarefas. Então, pode-se considerá-los não apenas reativos, mas também com possibilidade de decisão, em função de suas qualificações.

A simulação social multi-agentes proposta faz com que o procedimento de classificação de risco e suas etapas possa ter suas hipóteses sobre o desempenho da equipe de classificação de risco, em função das tarefas individuais testadas.

E) A dinâmica do SMA proposto compreende o universo a ser modelado em um ambiente virtual, que pode possuir um conjunto de múltiplos estados e/ou atributos, e um conjunto de funções de transformação, que os modificam. Este mecanismo de regras de transição, baseadas em pré-condições, produzindo pós-condições, que são as diferenças em relação ao estado anterior do sistema, possibilita uma dinâmica de mudanças constantes no sistema, e um encadeamento até que estados finais sejam alcançados. Esta conjuntura de modelagem, baseada na organização, e na dinâmica da simulação social dos SMA, reflete os modelos de classificação de risco, onde tarefas com regras implícitas, que dependem de condições anteriores, são executadas por agentes, produzindo mudanças no ambiente (tais como: agente indisponível, paciente em atendimento, etc), até que o objetivo final de encaminhamento externo do paciente seja alcançado.

Destarte, um procedimento onde tarefas individuais sejam executadas de modo seqüencial, interdependente, e, paralelo é o padrão seguido. Procedimentos mais complexos, como os modelos propostos, que possuem: tarefas em paralelo (casos de procedimentos contínuos e repetitivos, com novas entradas durante sua execução como a chegada de novos pacientes, enquanto outros estão ainda dentro do sistema), ou ações, que necessitem de mais de uma pré-condição (dependentes de outras ações conduzidas por outros agentes), foram construídos a partir desta dinâmica.

A avaliação de equipes compostas por agentes com diferentes níveis de qualificação individual em um procedimento seqüencial, interdependente e paralelo, que tenha ações baseadas na relação de estímulo e resposta que afetem o meio ambiente, criando uma nova ordem, até que um objetivo seja alcançado, pode ser então conduzida com auxílio da simulação social multi-agentes. Esta metodologia é adequada para a modelagem do procedimento que envolve as interações básicas entre os membros da equipe de classificação de risco, como também, para o levantamento de informações sobre o seu desempenho, permitindo a realização de análises que servirão de auxílio ao processo decisório.

## CAPÍTULO 5 – O SISTEMA DE SAÚDE NO BRASIL, O SUS E O HUAP

### 5.1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, a falta de infra-estrutura social adequada, o aumento da violência urbana, o baixo nível de escolaridade, e de educação nos países em desenvolvimento aumentam a probabilidade de ocorrências hospitalares, nos grandes conglomerados urbanos, mormente, as que necessitam de atenção especializada. Estes problemas, comuns nos tempos modernos, fazem com que a sociedade reflita sobre o que deve ser feito em casos de emergência hospitalar, no sentido de contribuir para a organização dos serviços médicos, e melhoria da qualidade de atendimento às vítimas de incidentes de natureza diversa. Os pacientes de casos de emergência exercem pressão sobre os serviços, requerendo atenção especializada, reabilitação física, psicológica e de assistência social (OPAS, 1993). Estas necessidades envolvem não só custos pessoais de saúde e dinheiro, mas também dinheiro dos cofres públicos em assistência de vítimas, danos materiais e perdas de produção. Segundo Deslandes (1999) este panorama se agrava ao considerarmos que, a maioria dos serviços privados não oferece o atendimento de emergência, pois os investimentos nesse tipo de atenção são onerosos, e de grande complexidade.

### 5.2 ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL

Dentro do sistema brasileiro de saúde, os serviços de saúde são tradicionalmente agrupados, segundo sua vinculação ao setor público e privado. No setor público, os serviços, geralmente, são subdivididos segundo as esferas de governo, ou seja, a nível federal, estadual ou municipal. Já no setor privado, a separação se dá segundo as origens do capital investido, sendo divididos em: lucrativos e não lucrativos. Assim, os serviços de saúde podem estar organizados da seguinte forma:

- Públicos: instituídos pelo Estado, e financiados com recursos orçamentários governamentais, sendo submetidos aos mecanismos de controle pela sociedade.
- Privados sem fins lucrativos: instituídos geralmente por iniciativa das comunidades (civis ou religiosas), ou de agrupamentos sociais. A maioria tem fonte de financiamento dependente dos recursos do Estado, seja pelo pagamento por serviços prestados, seja

pela utilização de mecanismos de renúncia fiscal, tributária e contributiva, facultados às instituições declaradas de utilidade pública.

- Privados lucrativos: constituídos por pessoas jurídicas em sociedades limitadas, ou anônimas, como atividade empresarial, objetivando a remuneração do capital investido.

As instituições de saúde podem ser agrupadas pelas esferas de atendimento (níveis primário, secundário, etc.), ou segundo locais de atendimento, estabelecendo uma hierarquização entre os diversos grupos. Elas também podem ser diferenciadas pelo grau de incorporação de tecnologia material e pelo grau de capacitação dos recursos humanos de nível universitário. Os estabelecimentos que compõem a rede de serviços de saúde (estatais e privados) podem ser classificados em:

Posto de saúde: presta assistência à saúde de determinada população valendo-se de procedimentos mais simplificados, praticamente sem incorporação de equipamentos, e contando de forma permanente, apenas com recursos humanos de nível elementar, ou médio. Atuam no nível primário de atendimento.

Centro de saúde: estabelecimento mais complexo que o posto, contando com assistência médica, e com pequena incorporação de tecnologia, dispondo continuamente de profissionais de nível universitário. Atuam no nível primário e secundário de atenção, na modalidade ambulatorial.

Unidade mista: é um tipo de estabelecimento que desenvolve todas as ações características do centro de saúde, incluindo leitos para internações nas áreas de pediatria, obstetrícia, clínica médica, cirurgia e de emergências. Dispõe de recursos humanos com maior qualificação. Atuam na atenção secundária, nas modalidades ambulatorial e hospitalar geral.

Policlínica ou Posto de assistência médica: tipo de serviço que apresenta atendimento ambulatorial especializado, concentrando-se nas cidades de médio e grande porte, e nas regiões economicamente mais desenvolvidas. Atuam na atenção secundária na modalidade ambulatorial.

Pronto Socorro: estabelecimentos com atendimento contínuo para situações de urgência e emergência médica e odontológica. Alguns deles apresentam leitos destinados à observação, ou à acomodação daqueles que aguardam remoção hospitalar. Atuam na atenção secundária e terciária.

- Hospital: estabelecimento voltado para a assistência médica em regime de internação, localizado geralmente em áreas urbanas, apresentando graus variáveis de incorporação de tecnologia, e dispondo de médico e pessoal de enfermagem em regime permanente de atendimento. Atuam nos níveis secundário e terciário de atenção à saúde (TOSCANO, 2001).

### 5.3 A SAÚDE E O SUS NO BRASIL

No Brasil, o estado precário dos serviços públicos hospitalares tem sido um assunto recorrente nos noticiários. As emergências dos hospitais são o cenário de graves situações, como a ocorrência falta de leitos, onde os pacientes são tratados nos corredores, há crônica falta de profissionais de saúde, e longas filas de espera nas portas de entrada são fatos constantes.

Os hospitais da rede pública prestam atendimento de emergência à população, constituindo-se num importante componente da assistência à saúde. Entretanto, apesar dos esforços governamentais, no sentido de direcionar recursos para essas instituições, a sua capacidade de atendimento está muito abaixo da procura.

Ao se analisar o sistema de saúde de uma forma global, os chamados “gargalos” nas emergências superlotadas dos hospitais da rede pública configuram-se, muito mais como um sintoma, do que como a causa dos problemas. Vendo além das emergências, o entrave maior se encontra, mais especificamente, numa estruturação insuficiente, e na falta de um modelo adequado de gestão da rede assistencial básica de saúde.

O descompasso estrutural entre a oferta de recursos e a demanda por atendimento tem contribuído para a sobrecarga dos serviços de emergência nos hospitais da rede pública, transformando-os numa das áreas mais problemáticas do sistema, evidenciando a necessidade de um modelo de gestão do sistema de saúde mais adequado. Não encontrando um atendimento na rede pública, capaz de resolver os problemas básicos, os pacientes buscam as emergências, com a certeza de encontrar um médico e tratamento adequado. Trata-se de um problema nacional, que afeta principalmente a população com menos recursos.

Este cenário orienta o Sistema Único de Saúde (SUS) para a formação de uma rede básica, que seja descentralizada e universal, no intuito de atender tanto a população coberta, quanto a não coberta pela previdência social, através de serviços regionalizados e hierarquizados. Neste sentido, esta visão assume um caráter estratégico, uma vez que, esta rede básica possa ser a porta de entrada de um sistema de saúde mais amplo, com diferentes níveis de complexidade.

A consolidação do sistema de saúde com vistas à construção de redes de atenção básica eficazes, resolutivas, coesas, municipalizadas e universalizadas, está fortemente centrada na definição do modelo de atenção, e nos níveis de gestão. Nas últimas décadas, a municipalização dos serviços de saúde passou a ser entendida como: o meio que permitiria implementar a racionalidade administrativa, em contraposição ao modelo centralizado vigente anteriormente no SUS.

Entretanto, ao se observar a maioria dos municípios brasileiros, verifica-se o desafio de organizar o sistema de saúde de modo a propiciar aos pacientes: acesso, continuidade e serviços de qualidade. Tal desafio decorre, pois o processo de descentralização no SUS não veio acompanhado de um modelo efetivo de gestão da capacidade da rede e orientado ao paciente, sendo a oferta de serviços fragmentada e os processos desintegrados entre si (SABBADINI, 2010).

### 5.3.1 A ORGANIZAÇÃO E A GESTÃO DO SUS

Criado pela constituição de 1988, e regulamentado pela lei 8080/90, o SUS está fundamentado no atendimento médico e hospitalar, regionalizado e hierarquizado, a toda a população residente no Brasil, sendo um sistema descentralizado. O SUS está estruturado em três níveis de gestão, compreendendo as esferas Federal, Estadual e Municipal, cada qual com autonomia na gestão dos serviços de saúde prestados à população, porém, estabelecendo vínculos de ações integradas.

Segundo Pellegrini (2007), a municipalização é um caminho natural ao estabelecimento do SUS desenhado na constituição federal, no sentido da massificação dos processos e do desenvolvimento de ações a nível municipal.

Segundo Merht e Queiroz (1993) a formação de serviços regionalizados e hierarquizados em função da complexidade tornou-se estratégia orientada no sentido da organização de uma rede primária básica nos níveis estadual e municipal, com ênfase neste último, que fosse a porta de entrada de um sistema de saúde mais amplo.

Ainda segundo Merht e Queiroz (1993) as orientações do SUS estão fundamentadas em um conjunto de pressupostos e diretrizes, a saber:

- Diretrizes

- Descentralização - administração única em cada esfera de governo, com ênfase na municipalização das ações e serviços de saúde;

- Atendimento Integral - definição das prioridades dentro de cada nível de atenção (básica, média e alta complexidade); e

- Participação da Comunidade - por meio dos representantes que integram os conselhos de saúde

- Pressupostos

- Essencialidade - a saúde como direito fundamental do cidadão e como função do Estado;

- Universalização - a saúde como direito de todos;

- Integração - participação conjunta e articulada das três esferas de governo no planejamento, financiamento e execução;

- Regionalização - atendimento realizado mais próximo do cidadão, preferencialmente pelo município;

- Diferenciação - autonomia da União, Estados e Municípios na gestão, de acordo com as suas características;

- Autonomia - gestão independente dos recursos nas três esferas de governo;

- Planejamento - previsão de que os recursos da saúde devem fazer parte do orçamento da Seguridade Social, nas três esferas de governo;

- Financiamento - garantido com recursos das três esferas de governo; e

- Controle das ações e serviços de saúde.



Os pressupostos estão orientados para o atendimento de três princípios (diretrizes) fundamentais (o atendimento integral ao paciente, a descentralização do sistema e a participação da comunidade).

Destarte, o SUS é uma estrutura hierárquica, com diferentes níveis de complexidade, (baixa, média e alta). A atenção integral à saúde é atingida, envolvendo-se ações que abrangem os três níveis. Segundo o Ministério da Saúde (MS) (2003) o termo atenção básica compreende o primeiro nível de atenção em saúde, contemplando um conjunto de ações estratégicas necessárias para o atendimento dos problemas mais freqüentes da população.

Segundo Gil (2006) alguns autores utilizam a terminologia atenção básica, e atenção primária como sinônimos, incorporando o pacote básico de serviços, as funções de organização e de administração dos mesmos. O conceito de atenção básica tem sido usado com mais freqüência, como referência aos serviços municipais, sendo orientado para propostas de ações, no âmbito do SUS.

#### 5.4 O HUAP E SUAS RELAÇÕES INSTITUCIONAIS

A missão do Hospital Universitário Antônio Pedro é o atendimento hospitalar à saúde pública no município de Niterói e adjacências, especialmente nos casos de média e alta complexidade, prestando serviços e comprometido com o desenvolvimento profissional dos docentes e discentes da Universidade Federal Fluminense, através da experiência prática, pesquisa e atividades de extensão.

Por ser um hospital público, o HUAP está sujeito à lei, e às contingências políticas do setor de saúde. Por ser universitário, está sujeito aos diversos interesses e ao corporativismo da UFF. Tendo em vista estas subordinações da instituição, faz-se necessário uma análise da relação do HUAP com a UFF, com o SUS, e com a Secretaria Municipal de Saúde.

A UFF é uma autarquia de ensino, pesquisa e extensão, que compõe a administração pública federal indireta, estando subordinada ao Ministério da Educação e Cultura (MEC). Como toda entidade pública, a Universidade tem que obedecer especialmente às Leis Brasileiras de Direito Público. Ou seja, diferentemente de uma organização privada, que pode fazer tudo que a Lei não proíbe, a entidade pública só pode executar o que a Lei prevê. A UFF possui ainda normas próprias, subordinadas às leis na forma de estatuto e regimentos. O Hospital faz parte da sua infra-estrutura e, portanto, por herança, está sujeito ao estatuto, regimento geral da universidade, e ao seu próprio regimento definido no Conselho Universitário.

O HUAP caracteriza-se como Órgão Suplementar, com gestão independente, mas diretamente subordinado ao Reitor. Integra o Centro de Ciências Médicas, que é o Centro Universitário que compreende os cursos, institutos, departamentos, coordenações e órgãos suplementares das áreas de saúde.

Segundo o estatuto da UFF são objetivos dos Órgãos Suplementares:

- Prestar serviços profissionais à universidade e a terceiros visando à prática do ensino e da pesquisa; e
- Congregar técnicas próprias, que se destinem ao desenvolvimento de programas de pesquisa, documentação, e treinamento físico e intelectual avançados.

Os hospitais universitários participam do SUS através de convênio estabelecido com as universidades (Lei 8080/90), onde assumem as responsabilidades de desenvolvimento tecnológico e científico, porém, com o respeito às necessidades da demanda da população. É preservada a autonomia administrativa em relação ao patrimônio, recursos humanos financeiros, atividades de pesquisa extensão e ensino. O papel das universidades também é regulamentado, e envolve oportunamente ações conjuntas do Ministério da Saúde com o Ministério da Educação.

O convênio entre a Universidade Federal Fluminense e a Secretaria Municipal de Saúde (SEMUSA) compreende a elaboração de um Contrato Anual de Metas. Esse contrato estabelece metas de atendimento à população, e a formação de Comissões

Técnicas para formulação de políticas de ensino e pesquisa, negociados previamente no Conselho Municipal de Saúde.

O Regimento do HUAP data de 1979, portanto não representa a atual realidade, especialmente no que se refere a seu vínculo com o SUS, que progrediu bastante a partir da década passada. Além disso, as sucessivas mudanças na gestão comprovam que o crescimento da sua estrutura não se deu através de um planejamento contínuo e único, o que, com certeza, implica em distorções na estrutura e dificuldades no controle e na Direção da organização (PACTO, 2003).

## CAPÍTULO 6 – O SETOR DE EMERGÊNCIA

### 6.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão analisados os principais problemas que afetam o sistema de admissão de emergência do HUAP, os setores dentro dessa unidade hospitalar, a equipe de profissionais que trabalha nesta área, a evolução da classificação de risco dos pacientes dentro da triagem, e o perfil da demanda que busca atendimento neste hospital.

Como já citado, o HUAP é uma referência para a população da área metropolitana II do Rio de Janeiro, que engloba sete municípios, cuja população é de cerca de dois milhões de habitantes. Esta população chega por conta própria, ou pelas ambulâncias do Serviço de Atendimento Móvel Urgente (SAMU) ou pela ambulância dos bombeiros (GSE). Além disso, esta unidade de saúde também recebe pacientes vindo do resgate urgente da Ponte Rio-Niterói. Ou seja, é uma instituição que atende a uma grande população, e que tem muitos desafios para melhorar seus serviços ao público. Não obstante, segundo Magalhães (2006) a emergência do HUAP apresenta problemas típicos da maioria das emergências dos hospitais públicos no Brasil, tais como:

- Recursos humanos e materiais insuficientes para atender à demanda;
- Instalações obsoletas;
- Fluxo desordenado de pessoas e material;
- Falta de priorização de atendimento, onde pacientes de alta e média complexidade concorrem por atendimento com os de baixa complexidade;
- Grande demanda por atendimento ambulatorial, que poderia ser feito em um posto de saúde;
- Sobrecarga de trabalho dos profissionais de saúde; e
- Longo tempo de espera por atendimento.

Tendo em vista estes fatores, é de grande importância o entendimento global do sistema de emergência, da equipe médica que trabalha, do perfil da demanda que busca os serviços nesta instituição, e da forma como os pacientes são admitidos. Deste modo, pode-se perceber, com mais facilidade, o papel da triagem de pacientes, e a influência de seus resultados nas fases posteriores. A partir desta percepção, podem ser identificados

os pontos que necessitam de melhoria para que a qualidade do atendimento esteja dentro de padrões adequados.

## 6.2 SETORES DA EMERGÊNCIA

Segundo Magalhães (2006) a emergência do HUAP é organizada em seções, que englobam vários procedimentos, e diferentes recursos. Para facilitar a compreensão, os diferentes procedimentos podem ser separados em duas áreas: área de entrada e área interna da emergência. A área de entrada engloba os processos de atendimento do guarda, recepção, triagens de enfermagem e médica e o atendimento da seção de trauma. A área interna engloba os processos de sala de repouso, centro de tratamento intensivo (CTI), centro cirúrgico, necrotério, sala de sutura, box, a hipodermia, as clínicas especializadas e áreas para exames laboratoriais e radiológicos.

A área de entrada engloba os procedimentos responsáveis pelo recebimento dos pacientes, que dão entrada na emergência do hospital por ambulância, e os que vêm por conta própria. Os pacientes que chegam por conta própria, ao darem entrada na emergência, passam pelos processos de atendimento do guarda, da recepção, das triagens de enfermagem e médica. Nesta área do hospital existem bancos para os pacientes aguardarem o atendimento. Os pacientes que chegam de ambulância são encaminhados direto para o trauma, que é a seção destinada ao primeiro atendimento a pacientes de alta complexidade.

A recepção é a seção responsável pelo preenchimento dos dados dos pacientes, e pelo encaminhamento desses dados para a triagem médica, ou para os médicos especialistas. Ela funciona no turno da manhã e da tarde onde trabalham dois recepcionistas, que iniciam o trabalho às oito horas da manhã e encerram às dezessete horas da tarde.

A triagem funciona em dois turnos (manhã e tarde), sendo o setor responsável pela avaliação clínica do paciente. Inicialmente, dois enfermeiros trabalhavam na triagem de enfermagem no turno da manhã, e outros dois no turno da tarde, enquanto que, na triagem médica trabalhavam dois médicos no turno da manhã, e outros dois no turno da

tarde. Na triagem de enfermagem era feita uma primeira avaliação do paciente, para, em seguida, encaminhá-lo à triagem médica, onde ocorria uma avaliação mais detalhada.

As clínicas especializadas são conduzidas por profissionais que atendem a uma área específica do corpo, ou um determinado tipo de paciente. Esta área engloba a emergência pediátrica, a emergência de oftalmologia, a emergência de ortopedia, setor de processos cirúrgicos, cirurgia bucomaxilar, ginecologista, obstetra e a emergência odontológica. O destino dos pacientes que saem dessa seção podem ser: o box, o trauma ou a alta hospitalar. O tempo de permanência nestas clínicas pode variar de quinze minutos a quatro horas.

Na emergência pediátrica são atendidos casos de crianças, que demandam atendimentos específicos, e imediatos como em casos de problemas respiratórios, gástricos, ou mesmo alguma fratura. Enfim, neste setor ocorrem os atendimentos em doenças específicas de criança. O destino destes pacientes pode ser o boxe pediátrico, a transferência para outro setor ou a alta. O tempo médio de permanência neste setor é de 15 minutos podendo variar até 30 minutos.

A hipodermia é o setor, onde existem leitos para receber pacientes que necessitam de algum tipo de medicação, ou que realizarão algum exame específico e que devem ficar em observação, por um período de aproximadamente uma hora. Nesta seção, o paciente é periodicamente reavaliado. Em algumas ocasiões, o paciente pode ser atendido no corredor, fora da sala apropriada. A presença dos médicos no setor de hipodermia é muito importante, para que a fila de espera seja diminuída. Com essa presença, os pacientes podem ser liberados num período de tempo menor, diminuindo, assim, o número de pacientes no setor. O destino do paciente, após a permanência neste setor, pode ser: o box, o trauma ou a alta.

O box é o setor onde existem leitos para receber os pacientes que precisam ficar em observação, por um período máximo de seis horas. Quando o paciente demanda um maior período de permanência no setor de emergência, e o nível de gravidade é relativamente alto, ele é transferido para a sala de repouso, CTI ou a enfermaria. Em caso de melhora, o paciente recebe alta hospitalar. Devido à falta de vagas na enfermaria e na sala de repouso, o tempo de ocupação dos leitos no box é muito superior a seis horas, o

que é fato grave na visão dos profissionais daquele setor. Atualmente, existem três tipos de box no HUAP que são: box feminino, box masculino e box pediátrico.

A sala de sutura é a seção que realiza procedimentos baixa complexidade como, por exemplo, engessamento, aplicação de medicamentos que exigem acompanhamento médico e pequenos curativos. É um setor que não apresenta fila de espera, na maior parte do seu tempo operacional. Três são os possíveis destinos do paciente que se encontra neste setor: o box, o setor de trauma e o exterior em caso de alta. O paciente é encaminhado para o box, quando demanda um tempo maior de acompanhamento. Quando o paciente se encontra em uma situação complexa, e precisa de uma intervenção intensa da equipe médica, ele é encaminhado para o trauma. O tempo médio de permanência neste setor é de uma hora, podendo chegar até três horas.

O trauma é o setor responsável pelo atendimento e manutenção da vida do paciente de alta complexidade. Quando o paciente é estabilizado, este setor o transfere para outro setor do hospital, ou para outra unidade de saúde. Esta área recebe pacientes da triagem, de outras seções da emergência, e pacientes que chegam das ambulâncias do corpo de bombeiros (GSE), do Serviço de Atendimento Móvel Urgente (SAMU) e do resgate de urgência da ponte Rio-Niterói.

O setor de repouso é o local onde o paciente recebe os cuidados médicos e é internado temporariamente até o seu restabelecimento, ou sua transferência para o CTI, outros setores do hospital, ou encaminhamento para outra unidade de saúde.

Também estão disponíveis alguns serviços de diagnóstico para o setor de emergência, como: laboratório de análises clínicas, arteriografia, endoscopia, radiologia e centro de diálise.

A emergência trabalha com, aproximadamente, 145 médicos, distribuídos em 14 plantões, ou seja, em torno de 10 médicos por dia em média. A escala de enfermeiros é feita pela chefia de enfermagem, que distribui o pessoal de enfermagem de acordo com a disponibilidade existente. Atualmente, trabalham em média 15 profissionais da área de enfermagem nas categorias de enfermeiros e técnicos de enfermagem na emergência.

## 6.3 O SISTEMA DE ADMISSÃO

### 6.3.1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a complexidade e interconexão dos procedimentos de emergência, e os desafios para proporcionar um atendimento eficiente e de qualidade, com resposta rápida para os casos de maior risco, filas reduzidas, com os profissionais trabalhando em condições normais, sem sobrecarga de atividades, e distribuídos de forma racional, é de grande importância o entendimento do sistema atual de admissão de pacientes. Analisar os sistemas de admissão, ajuda a entender a evolução na forma de disposição da equipe, e o sistema de classificação de risco adotado.

A primeira etapa deste estudo foi a visita ao hospital, onde foi possível conhecer e conversar com o chefe da emergência, com a chefe de enfermagem e membros do “staff”, para que fosse entendido o funcionamento básico do hospital, e os principais problemas que esta instituição apresenta, segundo a visão destes profissionais. Outros profissionais do setor de emergência também foram de grande auxílio na continuidade do trabalho.

### 6.3.2 O SISTEMA DE ADMISSÃO ORIGINAL

Tendo como ponto de partida, para a análise evolutiva do sistema, o modelo de admissão original (anterior ao sistema atual) é descrito pelo diagrama de ciclo de atividades (fluxograma) da figura 2.



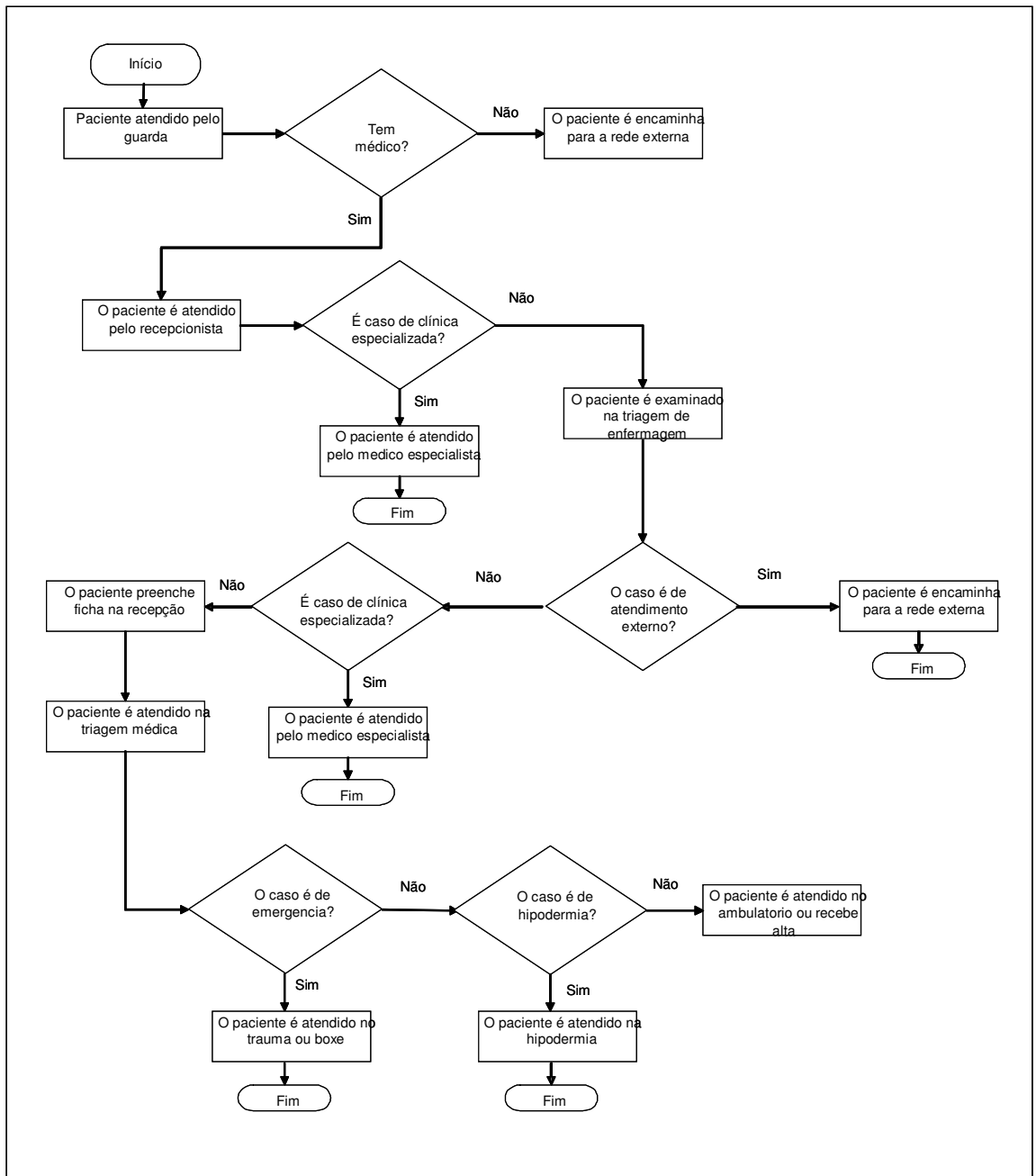


Figura 2 : Fluxo de pacientes no sistema original de admissão

Fonte: HUAP

Os pacientes que chegavam por conta própria, eram recebidos, primeiramente pelo guarda que, informava se havia médico, ou não. Se, na visão do guarda não houvesse disponibilidade de médicos, ele mandava o paciente procurar atendimento em outra unidade, caso contrário, ele o encaminhava para a recepção, onde o paciente aguardava em uma fila.

Em seguida, o recepcionista fazia algumas avaliações iniciais, baseadas em sua experiência própria, e encaminhava o paciente para um determinado local. Por exemplo: se um paciente chegasse com uma fratura, uma conjuntivite, ou com uma dor de dente, ele encaminhava o paciente para o médico especialista, como por exemplo: ortopedista, oftalmologista e o cirurgião dentista, respectivamente. Quando, o recepcionista não conseguia avaliar o estado físico do paciente, o encaminhava para a triagem de enfermagem, onde este aguardava em uma fila pelo atendimento.

Na triagem de enfermagem, o enfermeiro fazia perguntas sobre o estado de saúde, e uma avaliação externa (tipo de suor, tipo de ferida apresentada, elasticidade da pele e os sinais vitais (temperatura, pressão arterial e pulso)), de acordo com sua experiência pessoal, sem seguir critérios, ou padrões pré-estabelecidos. Se, o enfermeiro chegasse a conclusão que o caso era de atendimento exterior, ele encaminhava para outro hospital, ou posto de saúde próximo da residência do paciente. Se fosse o caso de um clínico especializado, o enfermeiro o encaminhava para o especialista. Assim, até aqui, o sistema dependia muito da capacidade técnica e da experiência de um funcionário de nível técnico para fluir corretamente.

Caso, em função de uma orientação do médico plantonista, o enfermeiro não tivesse permissão para fazer uma avaliação clínica mais precisa, que levasse a um determinado tipo de encaminhamento, ele enviava o paciente, de volta para a recepção, para preencher uma ficha que, em seguida, era encaminhada para a triagem médica, onde o paciente era avaliado pelo médico. Por exemplo, os casos em que os pacientes deviam ser assistidos nas seções de box e hipodermia, só eram permitidos, em muitos casos, com a orientação do médico, pois, segundo os profissionais, o enfermeiro não tinha a habilitação para enviar o paciente diretamente para aquelas seções. Assim, neste sistema, a decisão sobre a qualidade técnica da equipe de triagem de enfermagem, e a delegação de execução de algumas tarefas era de exclusividade da chefia do plantão.

Em resumo, ao sair da triagem de enfermagem, o paciente voltava para a fila da recepção, onde aguardava o momento para preencher a ficha, e ser conduzido para a fila da triagem médica, onde aguardava avaliação. Cabe ressaltar que, em momento algum havia qualquer decisão da triagem de enfermagem sobre a classificação de risco do paciente. Este entrava na fila da triagem médica, apenas com informações de sua ficha, estabelecendo-se para esta fila um critério FIFO.

Na triagem médica era feito um exame clínico mais profundo, ou seja, o médico analisava os sinais vitais, auscultava o paciente, verificava os reflexos, e, como tinha um conhecimento mais compreensivo, fazia perguntas de acordo com padrões médicos relacionados com a patologia que se encaixava para o caso. Se fosse constatado que o caso era urgente, ele encaminhava o paciente para o trauma, repouso, ou box. Se, o caso fosse de prescrição de uma medicação, ou de realização de exames laboratoriais, o paciente era encaminhado para a seção de hipodermia. Caso nenhuma das opções acima estivesse compreendida, o caso era de atendimento ambulatorial, e o médico o encaminhava para uma clínica especializada. O atendimento ambulatorial é aquele que deve ser feito, geralmente, no mesmo dia que o paciente deu entrada no hospital, por um especialista. A figura 3 resume este fluxo, identificando as filas, e os procedimentos que o paciente participava, até receber o atendimento na triagem médica, e ser encaminhado para outro setor da emergência.

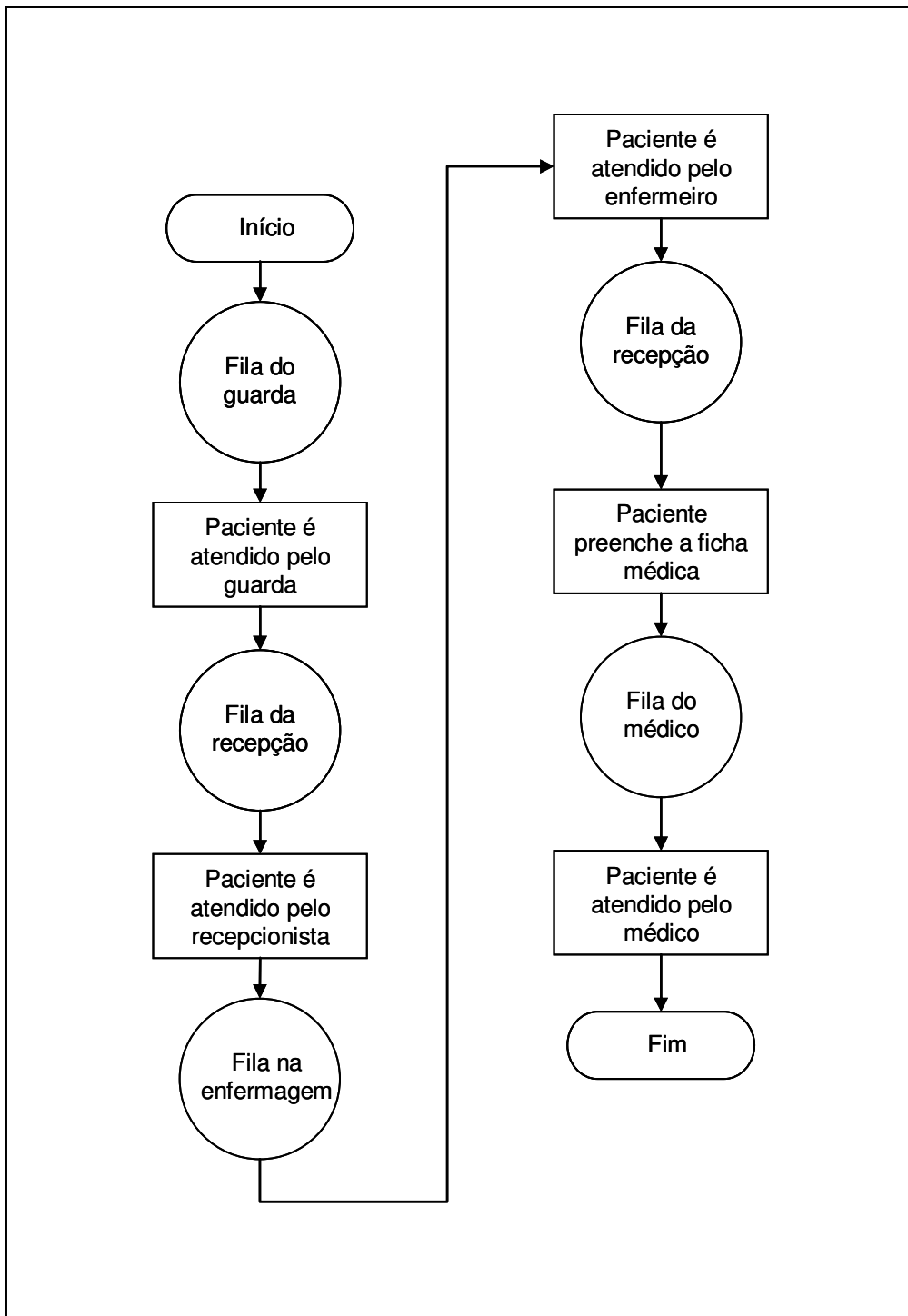


Figura 3 : Filas e processos do sistema original de admissão

Fonte: HUAP

Ao analisar o sistema original de admissão de pacientes, verifica-se que: o paciente passava pelo atendimento do guarda, do recepcionista, na triagem de enfermagem, preenchimento de dados e atendimento na triagem médica. Os recursos humanos utilizados para atender o paciente nesta seção compreendiam: o guarda, os recepcionistas, os enfermeiros, e os médicos (SOUZA, 2007).

O principal problema identificado, do ponto de vista qualitativo, é a forma como ocorriam as avaliações. Em primeiro lugar, o paciente tinha que passar primeiro pelo guarda (profissional responsável pela segurança do patrimônio físico), e pelo recepcionista, onde era feita a primeira avaliação do caso. Esses dois profissionais não possuem conhecimento técnico para avaliar o estado clínico de um paciente e, dependendo da gravidade, o paciente poderia até vir a falecer na entrada do hospital. Ao chegar à triagem de enfermagem, o paciente dependia da qualificação técnica do enfermeiro para que fosse corretamente avaliado, correndo risco de perda desnecessária de tempo, e, até de morte, em casos muito graves. A autorização para decisões da triagem de enfermagem dependia da confiança do médico responsável pelo plantão, sem uma avaliação de critérios de aceitação geral, sobre o nível de qualificação desejado para a função de triagem desempenhada.

Além disso, neste sistema de admissão não existia uma classificação de risco de pacientes, e o sistema da fila de espera da triagem médica era o FIFO (primeiro a entrar é o primeiro a sair). Com isso, pacientes de alto e médio risco concorriam por atendimento com os de baixo risco, aumentando seu tempo médio de espera por atendimento. Ainda, devido à inexistência de um sistema de admissão com classificação de risco, existiam pacientes de médio risco na seção de trauma, que deveriam estar recebendo atendimento em outras seções, uma vez que, esta seção é destinada ao atendimento de pacientes que apresentam alto risco.

### 6.3.3 A CLASSIFICAÇÃO DE RISCO NA TRIAGEM

Verifica-se na figura 4 que, historicamente, a maioria dos atendimentos é de pacientes de baixa complexidade (risco). São pessoas que, em grande número, vão ao hospital em busca de atendimento, uma vez que os postos de saúde ou hospitais de seu município não fornecem um atendimento adequado. Este fato proporciona a formação de

filas, onde se misturam pacientes com diferentes tipos de gravidades, fato que dificulta o atendimento aos pacientes de média e, principalmente, aos de alta complexidade que, sem um pronto atendimento, podem ter seu estado de saúde agravado por uma espera mais longa que o necessário. Logo, é de vital importância para a qualidade de atenção ao paciente, que o hospital disponha de um sistema de admissão, onde a triagem faça a classificação de risco de modo eficiente, e identifique com presteza o local para onde o paciente deve ser conduzido, de forma a receber tratamento adequado, com redução substancial no tempo de espera.

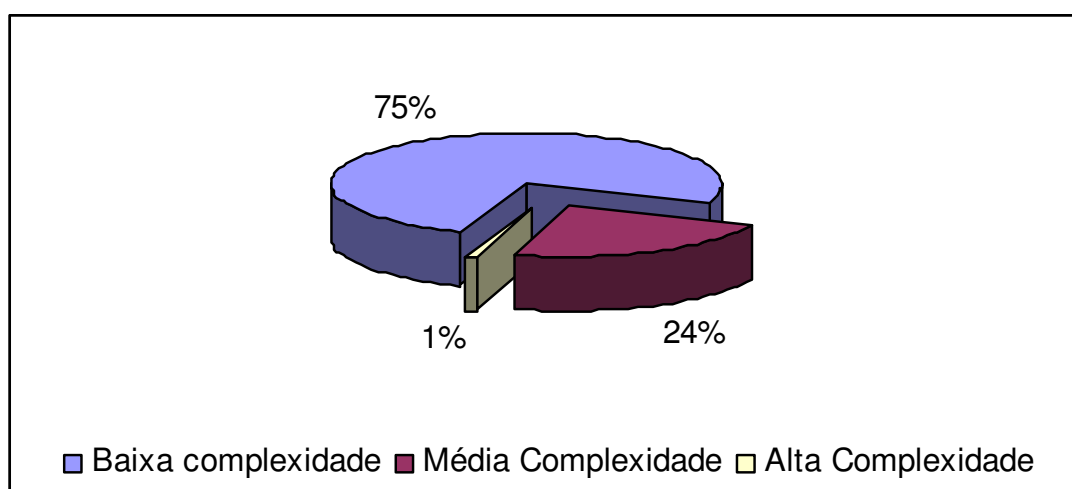


Figura 4 - Percentual de pacientes de alta, média e mínima complexidade

Fonte: HUAP

Segundo a visão tradicionalmente adotada pelos profissionais, a avaliação do paciente deveria considerar, entre outros fatores: a queixa, a aparência física, a resposta emocional, a escala de dor, os sinais alérgicos e os registros de sinais vitais. Seguindo essas etapas de avaliação, os pacientes receberiam a seguinte classificação de risco:

- Pacientes de alta complexidade: são aqueles que não podem esperar para serem atendidos;
- Pacientes de média complexidade: são aqueles que podem esperar em torno de dez a quinze minutos; e

- Pacientes de baixa complexidade: são aqueles que podem esperar em torno de uma hora.

Para os profissionais, os pacientes de alta complexidade são aqueles que não são responsivos, e que apresentam ausência de dados vitais ou dados vitais instáveis. Também podem apresentar desidratação externa e insuficiência respiratória e cardíaca. São os pacientes que demandam atenção maior. Todos os esforços devem ser feitos para acelerar o atendimento a esse tipo de paciente.

#### 6.3.4 O MODELO COM A CLASSIFICAÇÃO DE RISCO EM TRÊS NÍVEIS

Os casos médicos que chegam ao setor de emergência podem ser divididos, de uma forma geral, em três grupos: urgentes, agudos, e não agudos. Os pacientes urgentes apresentam um estado que indica perigo de morte, e necessidade de atenção imediata como, por exemplo: pacientes com obstrução nas vias respiratórias, pacientes com parada cardíaca, etc. Os pacientes agudos têm problemas que não representam perigo de vida, mas que devem receber atenção médica especializada como, por exemplo: feridas, lesões em extremidades e choques. Finalmente, os pacientes não agudos são os que apresentam estado de saúde crônico de longa duração, podendo esperar por um tempo relativamente maior para receber atendimento, ou mesmo, serem atendidos em outro hospital (TOSCANO, 2001).

Tendo em vista as observações, e as críticas feitas ao sistema de admissão de pacientes original, um novo sistema, limitado à fase de triagem (onde o fluxo do paciente não continua para os demais setores da emergência, como trauma, box, etc), foi proposto. Este modelo introduziu a classificação de risco em três níveis, visando à priorização do atendimento, de acordo com a gravidade do caso. O fluxograma completo da figura 5 mostra todos os setores da emergência com a classificação de risco em três níveis.

Neste modelo de admissão, o paciente ao entrar no hospital é encaminhado diretamente para a seção de triagem, onde um enfermeiro fará a classificação de risco em três níveis: baixa, média e alta complexidade. Após a classificação de risco, os pacientes são encaminhados para o médico, entretanto, a fila de atendimento não é mais pelo critério FIFO (primeiro a entrar e primeiro a sair), e sim, pelo critério de maior gravidade

(risco), ou seja, o paciente de alta complexidade tem prioridade sobre o de média complexidade, e este sobre o de baixa complexidade. Assim, neste modelo, o paciente considerado pelo enfermeiro como de risco maior, passa pelos outros da fila, sendo então avaliado pelo médico, que o encaminha para o setor da emergência compatível com a sua gravidade, o que claramente reduz o tempo de espera em comparação com o sistema original. Enquanto isso, pacientes com menor gravidade (de acordo com a avaliação inicial do enfermeiro), e que podem, em teoria, esperar por um tempo maior, aguardam pela avaliação médica.

Do ponto de vista qualitativo, houve clara evolução em relação ao sistema original. Foram eliminadas as avaliações do guarda e do recepcionista, sobre o estado clínico do paciente. A triagem de enfermagem teve sua influência diminuída sobre encaminhamentos equivocados, que, em muitos casos, sequer passavam pelo médico responsável. A introdução da classificação em três níveis impede a concorrência entre pacientes de diferentes complexidades, reduzindo o tempo de espera para o atendimento de pacientes com maior gravidade pelo médico da triagem, e, o tempo de encaminhamento para outro setor da emergência.

Entretanto, esta disposição ainda coloca sobre o enfermeiro uma grande responsabilidade, uma vez que, caso incorretamente classificado, o paciente de maior gravidade pode ser obrigado a esperar por um tempo maior que o desejado. O mesmo enfoque recai sobre a segunda fase, visto que, profissionais inexperientes podem aceitar classificações de risco por crença na competência do primeiro avaliador, ou realizar uma avaliação equivocada, e encaminhar o paciente para um setor que não é o ideal. Estas ações podem, não só aumentar a permanência do paciente no sistema, mas também criar confusão em outros setores da emergência. Em função de má classificação de risco, a qualidade de atendimento pode ser deteriorada, tendo como consequência o aumento de probabilidade de ocorrência de situações, tais como: aumento do tempo de espera do paciente por atendimento posterior à triagem, crescimento desnecessário de filas de espera para outros setores, uso desnecessário de recursos (humanos e materiais), e até a morte. Infelizmente, o sistema de classificação em três níveis proposto ainda não prevê uma forma de avaliação de fatores humanos (como a qualidade técnica dos profissionais responsáveis), e de sua influência sobre os resultados do procedimento.



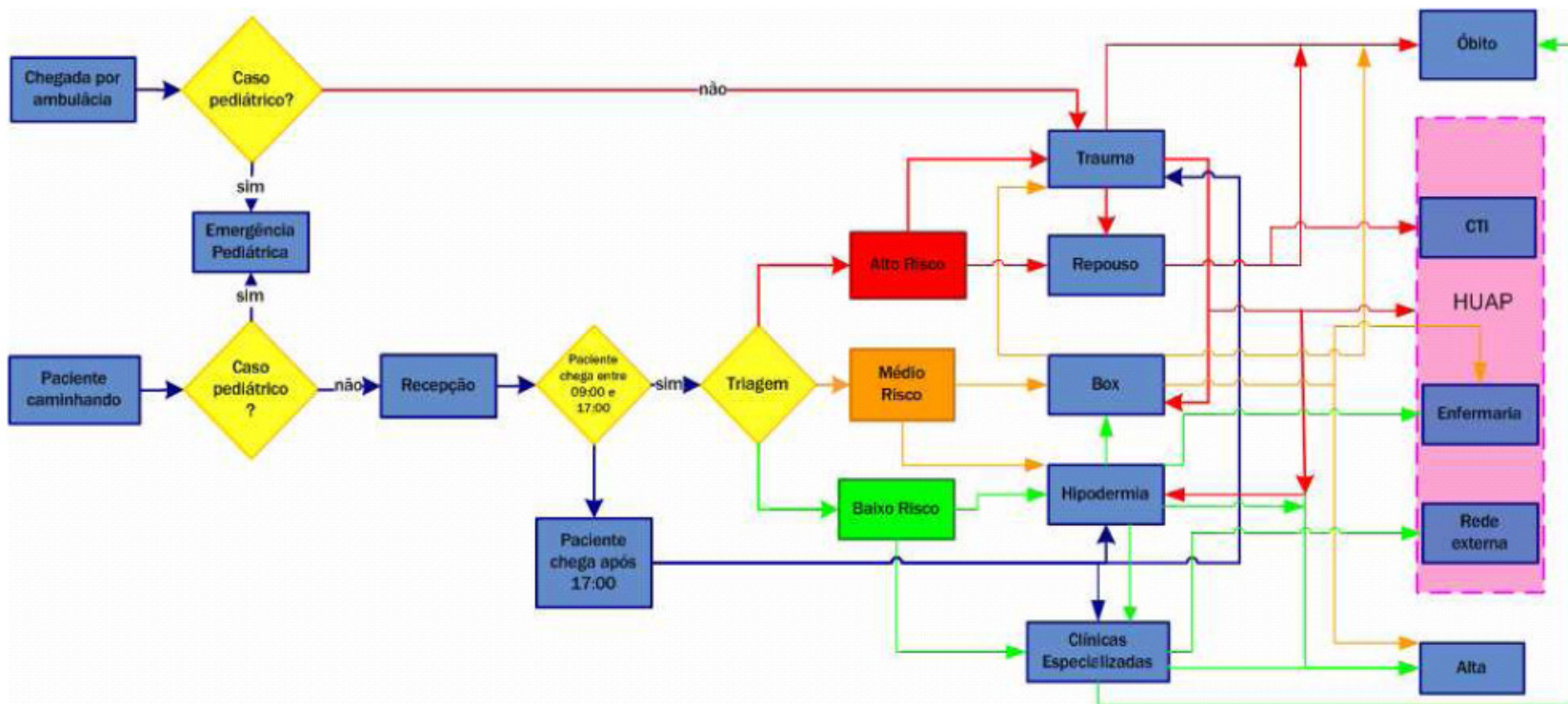


Figura 5 : Fluxograma Completo do Setor de Emergência com Classificação de Risco em Três Níveis

Fonte: HUAP

## CAPÍTULO 7 – MODELOS DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO

### 7.1 A TRIAGEM E O DIAGNÓSTICO

#### 7.1.1 CONCEITO E HISTÓRICO

A palavra triagem, em inglês, é usada, com referência à ação de hierarquização de necessidades. É derivada do termo francês *trie*, que significa “selecionar” ou “escolher”. No setor de emergência dos hospitais, o objetivo específico da hierarquização de necessidades consiste em proporcionar uma avaliação breve, e imediata dos pacientes que ingressam neste serviço. A triagem pode ser útil para: determinar a prioridade de cuidados, de acordo com a gravidade; detalhamento dos problemas e procedimentos médicos necessários para cada paciente; e garantir as necessidades psicológicas, sociais, e físicas destes e de seus familiares (DE OLIVEIRA, 1982).

Historicamente, a introdução de sistemas de triagem, em setores de emergência tem uma série de benefícios, entre os quais:

- cada paciente é recebido por um profissional de enfermagem experiente;
- um paciente que não pode esperar por atendimento médico é imediatamente identificado;
- os primeiros socorros são administrados; e
- há um profissional de enfermagem disponível para dar apoio às necessidades emocionais do paciente e de sua família (GILBOY et al., 2005).

Segundo a CTAS (Canadian Triage and Acuity Scale) (1998) as principais metas da seção de triagem, em uma emergência hospitalar são:

- Identificar rapidamente pacientes com urgência, ou em condições ameaçadoras de vida;
- Determinar a área de tratamento mais adequado;
- Diminuir o fluxo confuso de pacientes na unidade de emergência;
- Prover avaliação contínua dos pacientes; e
- Prover informações, aos pacientes e aos familiares, quanto ao serviço e ao tempo de espera, na unidade de emergência.

Segundo Thompson e Dains (1982) há três tipos de triagem mais comuns:

a) Direção de tráfego – é a mais simples de todas. Um empregado não-especializado na área médica (guarda, recepcionista de plantão, etc...) recebe o paciente, e o encaminha a um setor de tratamento, ou sala de espera, baseado em sua impressão inicial. Ainda usada em muitos hospitais, em especial, os hospitais públicos.

b) Sistema de verificação pontual – apropriada para setores de emergência, com baixo volume de pacientes, onde não é economicamente vantajoso manter um profissional de enfermagem todo o tempo. Nesse caso, um recepcionista avisa o profissional, quando da chegada de um paciente. A triagem então é conduzida, e a gravidade é determinada, por meio de uma breve avaliação. Esta avaliação é considerada, neste tipo de triagem, como uma função de enfermagem, e, não, como uma tarefa delegada a pessoal, com menor qualificação;

c) Triagem abrangente – é o sistema mais avançado, e deve ser conduzido por profissionais, com experiência comprovada em funções de triagem no setor de emergência, de modo a levantar informações suficientes para determinação da gravidade (ENA, 1999). A prioridade de tratamento deve ser dada, tendo como base necessidades de ordem física, evolutiva, e psicossocial. Embora, seja recomendado que, este tipo de triagem seja realizada de forma rápida, segundo Travers (1999) em apenas vinte e dois por cento dos casos, o período é compatível com a gravidade do paciente.

Observa-se que, em caso de pacientes idosos e crianças, o tempo necessário para uma triagem abrangente é maior. Isto se deve, ao nível de detalhamento necessário, e, em conseqüência, pode tornar a tarefa mais difícil de ser completada no período desejado, mesmo que, ela seja conduzida por profissionais experientes. Estes devem obter, além dos sinais vitais, um histórico completo do paciente, e uma série de respostas, a perguntas específicas do setor de emergência. Informações suficientes devem ser levantadas, para que uma correta decisão seja tomada. Se a triagem abrangente, ao invés de um procedimento de rápida avaliação, for a solução a ser aplicada a todos os pacientes, problemas de acúmulos de pacientes poderão acontecer com freqüência.

Numa tentativa de tornar mais simples o fluxo de pacientes, através de setores de emergência com grandes volumes, e, assegurar que nenhum paciente precise esperar para ser avaliado pela triagem abrangente, sistemas de triagem que envolvem dois passos foram desenvolvidos. Nestes, um profissional recebe o paciente, e decide se este deve esperar para ser registrado, e avaliado com segurança, ou, se deve ir diretamente para uma área de tratamento. A avaliação é baseada numa rápida verificação do estado do paciente, e, em suas principais reclamações.

### 7.1.2 A TRIAGEM COMO DIAGNÓSTICO INICIAL

Apesar de possuir um caráter intrínseco de brevidade, observa-se que, a triagem envolve o estabelecimento de um diagnóstico inicial, com importante reflexo no tratamento dos pacientes. O diagnóstico é sempre um procedimento complexo, que, se simplificado demais, pode provocar sérios problemas. É um procedimento que, não requer apenas, o acúmulo de informação clínica. É preciso adquirir, integrar, e aplicar uma ampla variedade de habilidades. Assim, há um consenso de que a triagem deve ser conduzida por profissionais, que possuam um nível de competência adequado para a função, em razão de conhecimento técnico, experiência, etc.

Segundo Toscano (2001) o profissional que, ao realizar um diagnóstico, utiliza o método indutivo tradicional, deve seguir os seguintes passos:

- Obter um histórico clínico completo, incluindo: problema atual, interrogatório sistemático, informações de caráter social/familiar, antecedentes patológicos, medicamentos;
- Proceder a uma exploração física completa;
- Conduzir exames de laboratório e/ou estudos de escritório; e
- Realizar o diagnóstico.

Todavia, na prática clínica real, os profissionais da área médica poucas vezes, utilizam o método descrito para a solução de problemas. Isto acontece também nos hospitais, devido à baixa produtividade do tempo dedicado à atenção aos pacientes. Reserva-se este método, quando há disponibilidade razoável de tempo para pacientes com sintomas indefinidos. A maioria dos profissionais estabelece um diagnóstico, por meio do método hipotético-dedutivo, reconhecendo os sintomas e sinais do paciente, com base no conhecimento de certos dados e provas, como pertencentes a um padrão representativo de uma patologia específica.

Como visto, a triagem no setor de emergência requer uma avaliação clínica, em um tempo exíguo, e, não se pode esperar que, sejam obtidos, de forma compreensiva, um histórico clínico, uma exploração física, e exames de laboratório. Desta forma, acredita-se, que o método dedutivo parece ser o mais adequado. Entretanto, isto não exclui o levantamento de informações e exames físicos, mas sim, faz com que a triagem seja um procedimento que necessite, não só, de conhecimento clínico para fazer as perguntas e exames pertinentes, mas também de uma capacidade de síntese de muitas informações, com rápida associação e tomada de decisão. Mais uma vez, chega-se a conclusão, que, a qualificação, e a experiência dos profissionais são fatores vitais para um bom resultado final.

A capacidade de identificar e de distinguir detalhes, também é chamada de acuidade da triagem. Ela reflete o sistema de triagem usado, para comunicar informações à equipe médica, quer esta equipe seja a responsável pelo setor onde o paciente possa aguardar o atendimento com segurança, quer seja a que vai receber o paciente sem demora. Existem diferentes tipos de escalas de acuidade em triagem (MACLEAN, 2002) que podem ser adotadas (i.e. escalas de três, quatro ou cinco níveis). A escala mais usada é a de três níveis, que tem os seguintes níveis de acuidade: emergência, urgência, não-urgência (ENA, 1997). Pacientes são classificados como: estado de emergência, envolvendo risco de vida, ou de perda de algum membro; estado de urgência, caso precisem de cuidados, mas possam esperar até algumas horas caso necessário; e não-urgentes, caso necessitem de algum tipo de atenção médica, onde o tempo de atendimento não seja um fator crítico. Este modelo, com três níveis, tem sido criticado, pois os conceitos não são claros e uniformes, já que, variam em cada unidade hospitalar.

### 7.1.3 ALGUNS FATOS DA TRIAGEM

O aumento no número de hospitais não tem acompanhado o crescimento, e envelhecimento da população. Em especial, a quantidade de pessoas que chega aos setores de emergência tem crescido na maioria dos países, Brasil incluído. A deficiência de profissionais nos setores de emergência é notável, em especial, a de profissionais de enfermagem, o que também impacta estes setores superlotados, que, muitas vezes deixam de admitir pacientes, por falta de pessoal para acompanhamento do paciente. Estes setores, carentes de pessoal qualificado, são impelidos a recorrer a profissionais menos qualificados, para suprir suas necessidades, acarretando efeitos nocivos para o sistema de atendimento. Como a triagem é a primeira fase do fluxo do paciente na emergência, um equívoco, nesta fase, se propagará por todo o sistema, causando transtornos, até que seja corrigido. Estes efeitos podem acontecer de diversas formas, como, por exemplo: a influência sobre o fluxo de pacientes para dentro, e, para fora de todo o sistema. Neste contexto, o envio de pacientes por má avaliação, para locais de atendimento não coerentes com o seu estado clínico, se soma ao fato de os setores de emergência serem encarados, como unidades que sempre estão abertas, e, sem limitação aparente de capacidade de receber pacientes, causando muitos transtornos (McCAIG and LY, 2002).

Outro tipo de situação em setores de emergência, que pode ser influenciada diretamente pela atividade de triagem, é aquela em que pacientes se retiram antes de serem examinados pelo médico, devido a grandes atrasos no atendimento. Embora, alguns desses pacientes possam ter condições menos urgentes, sem maiores conseqüências para sua própria saúde, outros podem estar correndo risco de sérios problemas, por terem abandonado o sistema, sem receber o tratamento adequado (DERLET, 2002).

Um fator importante para que os pacientes permaneçam no sistema é a duração da avaliação do diagnóstico inicial. Como visto, avaliações clínicas complexas, e abrangentes levam um tempo significativo, e, quando conduzidas, em fase inicial de diagnóstico, podem atrasar o atendimento final, causando insatisfação nos pacientes. Os mais urgentes, caso venham a passar por longas esperas, poderão sofrer efeitos adversos importantes, em conseqüência da espera excessiva. Este tem sido um problema cada vez mais comum nos setores de emergência.

Tendo em vista a redução dos efeitos nocivos sobre o setor de emergência, é de grande importância que haja uma correta classificação inicial de risco, em conjunto com um bom levantamento de informações. Uma atribuição de risco inadequada, que carregue informações imprecisas, e, tenha associada uma longa espera para atendimento, pode ocasionar grandes riscos para o paciente (GILBOY et al., 2000).

## 7.2 O MODELO DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO EM CINCO NÍVEIS

### 7.2.1 O ÍNDICE DE SEVERIDADE DE EMERGÊNCIA

Historicamente, os sistemas de classificação de risco têm como base, a atribuição de um nível de gravidade, em função de julgamentos individuais, sobre o tempo que o paciente pode esperar, até que receba atendimento médico. O Índice de Severidade em Emergência (ISE) é uma ferramenta usada em setores de triagem de emergência de unidades hospitalares, para estabelecer categorias a pacientes recém-admitidos no sistema, em termos da gravidade de seu estado clínico, e, dos recursos necessários para correto atendimento. A metodologia tem como objetivo, a classificação em cinco grupos (níveis de risco de 1 a 5), com diferenças clínicas pré-definidas, de modo a projetar os recursos, e os procedimentos operacionais adequados, a cada caso.

O ISE usa uma nova abordagem ao incluir, não só, o julgamento de quem deve ser atendido antes, mas também, para casos de pacientes menos graves, a análise sobre prováveis recursos necessários, para encaminhamento do paciente a um atendimento adequado (WUERZ et al., 2000).

### 7.2.2 VISÃO PRÁTICA DA CLASSIFICAÇÃO DE RISCO BASEADA NO ISE

Conforme observado, o objetivo principal da classificação de risco em uma triagem, é atribuir prioridade aos pacientes, identificando aqueles que não podem esperar atendimento médico por muito tempo. Normalmente, uma equipe de classificação de risco experiente é capaz de identificar, com rapidez e precisão, o pequeno percentual de pacientes que necessita de atendimento imediato. Cabe ainda, separar o grande número de pacientes restantes, que podem esperar por uma avaliação médica. Como o número de pacientes que chegam aos setores de emergência vem aumentando significativamente, há uma necessidade crítica, de lidar

com esse aumento, por meio de um sistema que possa identificar, e, atribuir prioridades aos pacientes, de uma forma rápida, e precisa.

Com base no diagnóstico inicial, e, nos recursos necessários presumíveis, uma vez atribuído o nível de severidade correto, o paciente pode ser direcionado para: uma avaliação mais completa, a marcação de consulta, exames, tratamento inicial, ou espera, possibilitando notáveis melhorias no fluxo de pacientes pelo setor de emergência. Por exemplo, pacientes com níveis de risco alto, como os de nível 1 ou 2, podem ser levados, após classificados, diretamente a áreas de tratamento com grande quantidade de recursos (humanos e materiais), enquanto que pacientes classificados com níveis de risco mais baixo, como os de nível 3, 4 ou 5, podem entrar na fila de outra atividade que não tenha muita restrição de tempo. Para este último caso aguardam o(s) especialista(s), exame(s), ou um leito disponível em área adequada a sua gravidade.

O procedimento de categorização de pacientes de emergência é, inicialmente, baseado na estabilidade das funções vitais do paciente, e na probabilidade do comprometimento imediato da vida, ou de algum órgão vital. A classificação de cinco níveis é diferenciada das anteriores, já que, um dos agentes participantes deve prever os recursos (i.e. testes para diagnóstico mais preciso, outros procedimentos médicos ou cirúrgicos, etc) necessários, de acordo com sua capacidade de identificação, associação, e detalhamento de sintomas. A partir destas idéias básicas, pode-se vislumbrar, mais uma vez que, a experiência, e a qualificação da equipe de triagem serão fundamentais para o correto encaminhamento do paciente, ao setor que possua os recursos hospitalares adequados para tratamento. Cabe observar que, os recursos necessários considerados podem variar de: nenhum, um, ou mais de um.

É sabido que pacientes com níveis de risco (severidade) 1 ou 2, que, em geral, necessitam de muitos recursos para tratamento, têm maior probabilidade, de serem admitidos para internação, do que pacientes com níveis de severidade 4 ou 5, por exemplo. Erros de julgamento ocorrem com freqüência, sendo, em sua maioria, provenientes de avaliações imprecisas das variáveis envolvidas em um diagnóstico inicial. Aliado a este fator, o tempo envolvido na triagem, também pode ser de vital importância para os casos de nível de risco 1 ou 2. Para esses pacientes, erros de avaliação de diagnóstico inicial, que venham aumentar o tempo de espera para atendimento, ou, que resultem em encaminhamento, para setores de atendimento de



pacientes com níveis 3, 4 ou 5, podem levar à falta de atendimento adequado, ou até mesmo ao óbito (GILBOY et al., 2005).

Sob a ótica das despesas hospitalares, erros de avaliação de diagnóstico inicial podem envolver gastos desnecessários para unidades hospitalares. É o caso, por exemplo, de pacientes classificados incorretamente, com níveis mais altos de gravidade (1 ou 2), que são encaminhados para setores compatíveis com necessidades de maiores recursos para tratamento, e/ou confirmação de diagnóstico (i.e. exame de ressonância, tomografia, cateterismo, etc) quando, na verdade, deveriam ser encaminhados para setores com menos recursos, pois a real gravidade é mais baixa do que a atribuída. Há situações, em que esse tipo de equívoco pode não causar graves conseqüências para a saúde do paciente, entretanto, é bem provável que leve à um aumento de despesas, causado por uma desnecessária ocupação de recursos humanos e materiais que poderiam estar sendo usados de forma mais racional, sem contar com o aumento no tempo de espera de pacientes com maior gravidade. Quando, em virtude de erro de classificação o oposto acontece (a real gravidade é mais alta do que a atribuída), o tempo para correção pode ser fatal para os pacientes mais graves, encaminhados para setores não preparados para recebê-los. Em ambos os casos, uma revisão de pacientes em setores após a triagem precisa ser realizada, com prejuízos de toda a ordem.

### 7.2.3 METODOLOGIA DA CLASSIFICAÇÃO DE RISCO EM CINCO NÍVEIS BASEADA NO ISE

Como foi visto anteriormente, o Índice de Severidade em Emergência (ISE) é um instrumento de classificação em cinco categorias (níveis) dirigido aos pacientes recém-admitidos, no setor de emergência de uma unidade hospitalar. Inicialmente, faz-se apenas uma avaliação do nível de gravidade do paciente. Caso, segundo julgamento subjetivo, os critérios para atribuição de níveis elevados de gravidade não estiverem presentes, são avaliados, em seguida, os prováveis recursos necessários para o atendimento. A gravidade é determinada, em função da estabilidade das funções vitais, e de ameaça potencial à vida, membros ou órgãos vitais. A estimativa dos recursos a serem consumidos pelo paciente tem como base, a comparação do paciente em análise (experiências, problemas ou reclamações similares) com outros casos, o que torna a habilidade analítica do avaliador um fator muito importante. A rapidez com que todo o procedimento de classificação é feito, também tem a sua importância, seguindo-se o algoritmo da figura 6 (TANABE et al., 2004). Há

necessidade natural de habilitação para condução de qualquer algoritmo de classificação de risco. Isto deve ser feito, através de cursos (sob vários enfoques, tais como: apoio básico, anamnese, problemas cardíacos, trauma, interpretação de traçado eletro-cardiográfico, estimativa de recursos a serem usados em continuidade ao tratamento, etc), que auxiliem passo-a-passo a tomada de decisão, de modo que, abordagens clínicas do tipo: “o que deve ser perguntado”, “que informações devem ser levantadas”, possam ser conduzidas. Baseado nestas respostas, decisões devem ser tomadas até uma das cinco possíveis saídas do algoritmo.

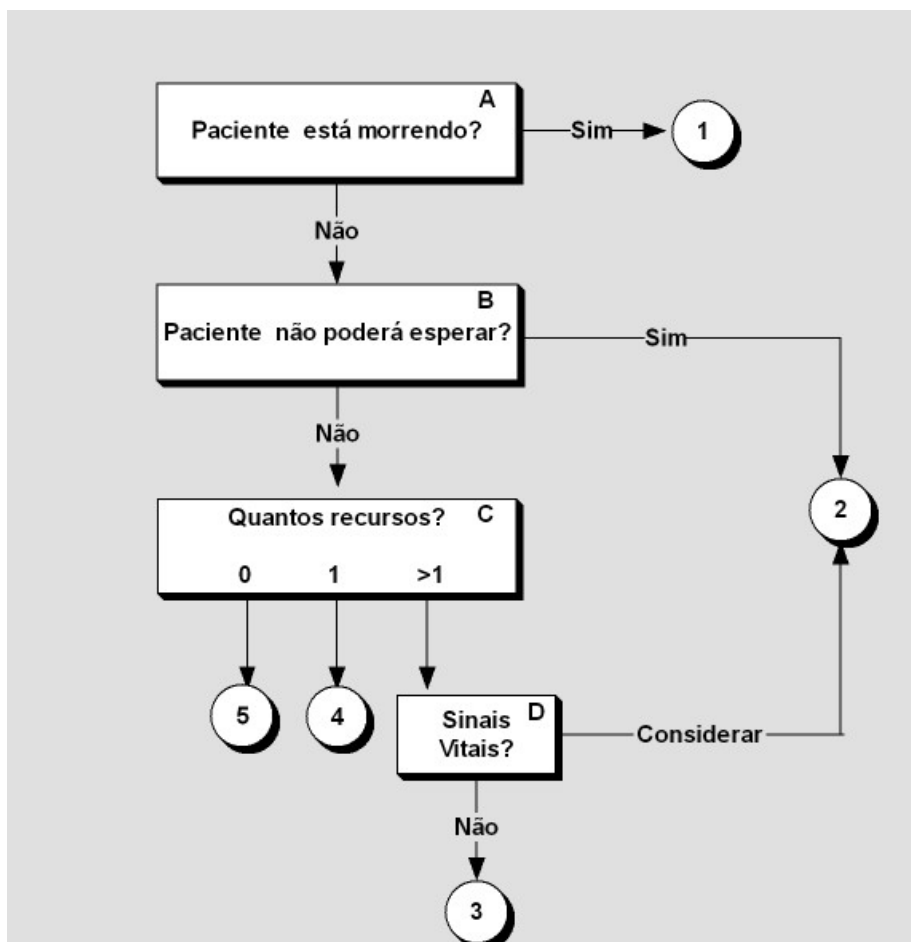


Figura 6 : Algoritmo de 4 fases para classificação de risco em 5 níveis

Fonte : ESI Implementation Handbook v.4

O algoritmo básico tem quatro pontos de decisão, que podem ser relacionados às questões:

- 1 - O paciente está morrendo ?
- 2 - É um paciente que não pode esperar ?
- 3 - Quantos recursos diferentes são necessários ?

#### 4 - Quais são os sinais vitais do paciente ?

A passagem de um ponto a outro do algoritmo, o tempo despendido em cada fase, e, as falhas em decisões, são dependentes do agente responsável pela fase do procedimento. Segundo Gilboy et. al (2005) os pontos de decisão do algoritmo de classificação em cinco níveis são:

##### Ponto A

No ponto de decisão A, a pergunta “O paciente está morrendo?” pode ser melhor descrita por: “Esta é uma situação de alto risco, onde o paciente requer intervenção imediata para que a morte seja evitada?”. Em caso de resposta afirmativa, aos critérios para intervenção imediata, o paciente deve ser classificado como nível 1, e o procedimento de triagem finalizado.

Uma diferença básica entre o nível 1 e o nível 2 seguinte, é que no primeiro caso, o envolvimento imediato de um médico no tratamento subsequente do paciente. Já no segundo caso, um profissional de enfermagem pode iniciar o tratamento por protocolos, sem a necessidade da participação imediata de um médico, pois, há reconhecimento que o paciente necessita de intervenção, e confiança em que suas condições não irão se deteriorar, permitindo uma espera por um tempo razoável (p. ex. cerca de 10 a 15 minutos). Alguns estudos mostram que, o percentual de pacientes avaliados como nível 1 varia, entre 1 e 3 por cento de todos os pacientes admitidos no setor de emergência (TANABE et al., 2004).

##### Ponto B

Uma resposta negativa à primeira indagação, conduz o paciente à próxima fase no algoritmo, ou seja, ao ponto B de decisão. Aqui, a decisão a ser tomada é a respeito do tempo de espera para o atendimento. Caso seja julgado que o paciente pode aguardar por atendimento médico, apenas por um breve período, a classificação deverá ser de nível 2, senão o próximo passo do algoritmo é ativado. Três perguntas são usadas para determinar se o paciente atende aos critérios de nível 2 :

- 1) Esta é uma situação de alto risco?
- 2) O paciente está confuso, letárgico, ou desorientado?
- 3) O paciente está com dores agudas, ou em situação de perigo?

O responsável pelo segundo ponto de decisão deve novamente avaliar, se a situação é de alto risco. Para identificar um paciente de alto risco (aquele com ameaças potenciais à vida, ou à órgãos, cujas condições possam rapidamente se deteriorar, ou, que apresentem sintomas de condições clínicas, que requeiram tratamento em curto prazo), não é necessário um exame físico extenso e detalhado (em alguns casos, nem é preciso verificar um conjunto completo de sinais vitais). Há casos, onde poucas informações dadas pelo paciente, como um breve histórico, são extremamente importantes para definição da gravidade de seu estado, e suficientes para que um profissional competente atribua uma classificação correta.

Não obstante, para responder às perguntas 2 e 3 fica mais evidente a preocupação com um correto julgamento. Para responder à segunda pergunta, além de um conhecimento sobre os estados de confusão, letargia e desorientação, o profissional deve distinguir os estados mentais, que possam dar indicações sobre o nível de comprometimento estrutural e químico do cérebro. Para responder à terceira pergunta, um nível de agudez da dor deve ser aferido, o que em muitos casos, pode ocorrer via observação clínica. O profissional deve saber correlacionar respostas físicas à dor aguda, que dêem suporte à classificação, dentro da escala de dor. As respostas às três perguntas dependem de uma correta correlação, pois, em caso de dúvida, pacientes graves poderão ter atendimento postergado. Trata-se de mais um exemplo sobre a forma que o grau de qualificação do agente responsável pode influenciar positivamente ou negativamente todo o processo.

Em resumo:

- o agente responsável por esta fase levanta informações subjetivas, e objetivas para rapidamente responder às questões fundamentais;
- a classificação atribuída, como nível 2, significa que não é seguro para o paciente esperar muito tempo pelo atendimento;
- o paciente classificado, como nível 2, está dentro do sistema, com uma prioridade alta, e, em conseqüência, o atendimento deve ser realizado num período de, dez a quinze minutos, contados a partir de sua chegada; e
- o grau de experiência e a qualificação são fatores essenciais nesta fase crítica.

Embora um diagnóstico médico completo não seja o objetivo final aqui, o pronto reconhecimento de situações de alto risco requer um ótimo conhecimento de possíveis diagnósticos médicos, associados aos sintomas e reclamações, por parte do

agente de decisão desta etapa. Muitos analistas consideram ainda que, apesar da qualificação e da experiência terem um grande peso, um certo “sexto sentido” também entra em cena no mundo real. Assim, profissionais com pouca, ou nenhuma experiência são orientados, a seguir regras objetivas, até que ganhem confiança suficiente. Este é um fator pouco considerado, pois, além de aumentar a probabilidade de ocorrência de erros de avaliação, também introduz um atraso no atendimento que pode ser vital, tanto em casos onde foi atribuído nível 1, como durante o processo de decisão a respeito da classificação de nível 2.

Por estas razões, um profissional inexperiente nesta fase, não importando qual a metodologia usada, é um grande perigo para o correto atendimento médico, no setor de emergência. Por outro lado, profissionais experientes com memória de anos de experiência, além de ter um “sexto sentido”, guardam cenários descritivos de sintomas, cuja associação ajuda na rápida identificação de situações de alto risco. Isto minimiza (sem eliminar por completo) a probabilidade de erros de avaliação, e, reduz o tempo de atendimento (ENA, 2001). Os pacientes classificados como nível 2 constituem, em média, um percentual de vinte a trinta por cento dos admitidos no setor de emergência (TANABE et al., 2004).

#### 7.2.3.1 PROVAVÉIS RECURSOS PARA CONTINUIDADE DO ATENDIMENTO

Para entender o que ocorre no ponto de decisão seguinte do algoritmo, é preciso lembrar que, nos sistemas de classificação de risco em cinco níveis, incorpora-se a previsão de prováveis recursos a serem usados para diagnóstico e tratamento do paciente. Esta previsão não é um fator a ser usado para classificação de pacientes graves (níveis 1 e 2), mas sim, um componente importante para classificação de pacientes nos níveis 3, 4 ou 5, de modo que, estes sejam encaminhados para um tratamento adequado, após a triagem.

A previsão de recursos na classificação não deve ser considerada, como uma função da medida da carga de trabalho a ser empregada. O agente responsável deve prever, com sua experiência, a natureza, o local das intervenções terapêuticas (incluindo possíveis exames), e o correspondente número (por tipo, não pela quantidade individual) pelos quais o paciente deve passar, em sua permanência no setor de emergência, ou seja, após a classificação de risco. Por exemplo, uma análise completa de sangue, e um raio X do peito, seriam dois recursos (a natureza e o local dos recursos são diferentes); uma análise completa de sangue, e exame de urina

juntos seriam considerados um só recurso (mesma natureza (testes de laboratório), e local de realização); uma raio X do peito e da cabeça seriam um só recurso, enquanto que, um raio X da coluna e uma tomografia computadorizada da cabeça seriam dois recursos (natureza é a mesma, mas o tipo e o local são diferentes); uma consulta médica para esclarecer o diagnóstico, também é considerada como um recurso usado.

Intervenções terapêuticas são aquelas feitas após a triagem, resultando em algum grau de avaliação (etapa do processo de diagnóstico) ou, em procedimento (outras atividades médicas). As intervenções que demandem um tempo significativo da equipe de emergência, ou que envolvam pessoas e/ou material, em geral, indicam um maior grau de complexidade.

Informações e avaliações obtidas em etapas anteriores também são consideradas na fase de levantamento de recursos. Por exemplo: um paciente jovem, sem histórico de doenças, e com um corte na perna, precisaria apenas de um recurso: a sutura. Por outro lado, um paciente idoso, com histórico de vários problemas médicos crônicos, mas, não de tontura, e que apresente uma laceração na cabeça proveniente de uma queda, provavelmente precisará de múltiplos recursos, tais como: sutura, exames de urina/sangue, eletrocardiograma, raio-X, ou, até mesmo, consultas com especialistas. Como nas fases anteriores, é vital que o profissional responsável pela avaliação dos recursos seja qualificado, e tenha conhecimento dos recursos e das áreas dentro de sua unidade hospitalar, pois, desvios por atribuição incorreta dos prováveis recursos necessários, e, em conseqüência, do correto nível de severidade, podem comprometer o funcionamento do sistema (WUERZ et al., 2000).

### Ponto C

Caso, as respostas às questões feitas nos pontos de decisão A e B forem negativas, move-se para o ponto de decisão C no algoritmo. Aqui, o agente responsável deve fazer o seguinte questionamento: “Quantos recursos serão necessários para que se chegue a uma conclusão sobre o estado do paciente, e seu tratamento dentro da emergência (ou seja, para continuidade do atendimento após a classificação de risco)?”

Há uma clara necessidade de entender que, a estimativa de recursos para continuidade do tratamento, após a triagem, tem a ver com os padrões de cuidado. Uma forma de abordar esta situação é considerar: uma breve avaliação subjetiva e

objetiva do paciente, o histórico médico passado (incluindo alergias, medicações em uso, etc), idade, sexo, e uma idéia geral de quantidade de recursos para o caso. Para identificar os recursos necessários, o agente responsável deve estar familiarizado com os padrões do setor de emergência de seu hospital, tendo em mente ser, ao mesmo tempo, prudente e sistemático. As classificações neste ponto de decisão refletem a quantidade de recursos da seguinte forma: pacientes que necessitem de dois, ou mais recursos são classificados, a princípio, como nível 3; pacientes com previsão de necessidade, de apenas um recurso são classificados como nível 4; e os que não necessitem de recursos, para continuidade de tratamento, são classificados como nível 5. A qualificação acadêmica e o histórico pessoal do responsável em casos de emergência similares passados são fundamentais neste ponto do algoritmo.

Dados revelam que, em setores de emergência, cerca de vinte a trinta e cinco por cento dos pacientes que chegam, se enquadram nos critérios dos níveis 4 ou 5. Estes pacientes identificados como estáveis, segundo padrões médicos pré-estabelecidos, podem aguardar mais tempo pelo atendimento, sem influências maiores sobre seu estado de saúde. Detectá-los corretamente, aliviará a pressão sobre o sistema, ajudando a salvar outras vidas em risco imediato. Pacientes considerados como nível 3, têm maiores taxas de internação (em torno de trinta a quarenta por cento), maior tempo de permanência no setor de emergência, e maior taxa de mortalidade do que os níveis 4 e 5 (EITEL et al., 2003; TANABE et al., 2004). Para confirmação da classificação nível 3, ou uma reclassificação para nível 2, outro ponto de decisão deverá ser analisado.

#### 7.2.3.2 JULGAMENTO BASEADO NA VERIFICAÇÃO DE SINAIS VITAIS

##### Ponto D

Em caso de muitos recursos terem sido previstos na fase anterior, antes que seja atribuído ao paciente o nível 3, é necessário que seja verificado se alguns sinais vitais estão fora dos parâmetros aceitáveis para o paciente. Neste ponto de decisão, o agente responsável deve considerar a possibilidade, de acordo com os sinais vitais, de elevar a classificação para o nível 2. Os sinais vitais verificados aqui são:

A) Pressão sanguínea – pressão, ou tensão do sangue, dentro do sistema arterial, mantida pela contração do ventrículo esquerdo, resistência dos capilares, e

elasticidade das paredes arteriais, além da viscosidade, e volume de sangue (STEDMAN,1995);

B) Taxa de batimentos cardíacos – tomada como o número de batidas por minuto;

C) Temperatura – grau de temperatura é um indicador da presença de doenças, ou de ameaça à saúde, independente de outros sinais coletados, a partir de um simples diagnóstico físico. Tem muita importância, quando o paciente tem menos de três anos de idade;

D) Taxa de respiração – tomada como frequência de respiração por minuto;

E) Saturação de oxigênio – saturação de oxihemoglobina de acordo com a absorção de luz. Pode dar um alarme antecipado sobre deterioração cardiovascular, ou respiratória (TINTINALLI et al., 2000); e

F) Dor – uma sensação desagradável e nociva, transmitida por estruturas neurais ao cérebro, onde sua percepção é modificada por cognição, ou emoção (PARIS, 1989).

Cabe ressaltar que, mesmo sob condições ótimas, os sinais vitais nem sempre são confiáveis, ou precisos. Por este motivo, o agente deve (baseado no histórico do paciente, medicações tomadas recentemente, na avaliação física, e do grau de agudez da dor) avaliar, se as alterações nos sinais vitais são suficientes para determinar a elevação do risco atribuído ao paciente. Um exemplo claro dessa combinação é o caso onde, uma vez levantado que o paciente tem, ultimamente, tomado medicação imunossupressiva, esteja passando por quimioterapia, ou tenha AIDS, o agente decide que a temperatura deva ser medida, pois, nesse caso, ela pode ser de fundamental importância para análise de risco, e posterior reclassificação do paciente (EDMONDS et al., 2002).

Antes do modelo de classificação de risco em cinco níveis, a classificação em três níveis determinava que a verificação dos sinais vitais fosse feita antes da atribuição do nível de severidade, sendo assim uma componente inicial da tomada de decisão. Entretanto, os novos modelos de triagem seguem a orientação do uso seletivo dos sinais vitais (GILBOY et al., 2000). Eles não são um componente



fundamental no sistema de classificação de risco de cinco níveis, e, geralmente, não seriam relatados, durante a classificação do paciente em nível 1 ou 2 (maior gravidade). Eles apenas seriam medidos, caso fosse necessário estimar a urgência para casos de nível 3, 4 ou 5, ou, se o tempo permitisse (BEVERIDGE et al., 2002). Embora nunca seja incorreto obter os sinais vitais, para pacientes considerados estáveis, a abordagem mais aceita atualmente, é aquela onde a avaliação dos sinais vitais não deva ser feita, durante o procedimento de classificação, para pacientes considerados como nível de risco 1 ou 2, mas somente, para os considerados com necessidade de mais de um recurso (nível 3). Para estes, se qualquer um dos sinais vitais estiver dentro da zona de perigo, o agente deve considerar uma reclassificação para o nível 2. Por outro lado, podem existir situações em que pacientes classificados como nível 3, não devem ser reclassificados como nível 2, mesmo que alguns dos sinais vitais sejam considerados anormais.

Neste ponto D, percebe-se que está prevista a possibilidade de redirecionamento do paciente. Novamente, a capacidade do agente de, em função de seu treinamento, conhecimento e experiência, corretamente realizar exames básicos, coletar, (re)avaliar, sintetizar os dados e decidir é fundamental.

#### 7.2.4 IMPLEMENTAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE RISCO EM CINCO NÍVEIS

A decisão de adotar um novo sistema de classificação em cinco níveis é baseada em muitas razões. Em certas unidades hospitalares, a ocorrência de eventos realizados com falhas, ou que tenham como consequência um tempo de espera excessivo, pode ser o ponto de partida para mudanças. Da mesma forma, se a administração, em conjunto com os profissionais da emergência, concluir que há uma quantidade de retrabalho excessiva (revisões em função de erros de classificação), isto também pode dar origem a mudanças de paradigma. Um ambiente de superlotação na emergência, com muitos pacientes em estado grave aguardando atendimento, demandando uma contínua mudança de prioridades para alocação de leitos escassos, já seria motivo suficiente para reavaliação do sistema (SoRELLE, 2002).

Destarte, o primeiro passo para adoção de um novo sistema é levantar razões, como as supracitadas, que dêem claros indícios de que mudanças devam ser realizadas. São exemplos:

- ✓ Aumento no volume de casos no setor de emergência;
- ✓ Aumento na taxa de internação em decorrência do volume de casos;
- ✓ Mudanças na população admitida no setor (i.e. mais pacientes com trauma, mais pacientes psiquiátricos, etc);
- ✓ Mudanças dentro da estrutura hospitalar interna que afetam a emergência, tais como:
  - redução no número de leitos
  - redimensionamento de unidades
  - manutenção de pacientes na emergência
  - aumento do tempo de permanência na emergência para pacientes internados
- ✓ Mudanças no ambiente externo ; e
  - aumento no número de idosos na população
  - aumento no número de pacientes procurando cuidados primários em emergência de hospitais
  - carência de pessoal qualificado (enfermeiros, médicos, laboratoristas, etc)
- ✓ Fatos notáveis observados pela equipe de classificação de risco
  - aumento no número de classificações equivocadas
  - aumento excessivo no tempo de realização da triagem
  - existência de pessoal inexperiente, ou sem qualificação para conduzir a classificação baseada em sistema de avaliação subjetivo.

A implementação da classificação de risco em cinco níveis, traz em si, o compromisso de qualificar toda a equipe, e de alocar cada membro no papel adequado, para que melhorias visíveis aconteçam (GILBOY et al., 2005).

## 7.2.5 AVALIAÇÃO DO SISTEMA E INDICADORES DE QUALIDADE

A implementação de um novo sistema deve ser acompanhada, por meio de uma avaliação contínua, de forma que os motivos que levaram à sua adoção venham a ser reduzidos, em algum grau. São exemplos: a redução dos desvios de classificação em categorias, a redução no risco de conseqüências negativas devido à falhas na classificação (em particular, para casos onde pacientes aguardam atendimento), e o aumento da capacidade de levantamento de dados precisos, para uso clínico, ou administrativo. Deve estar claro para a equipe, que o objetivo maior da implementação da classificação em cinco níveis é a melhoria do processo de triagem, ao capturar corretamente o estado de gravidade dos pacientes (WUERZ et al., 2000).

É importante que sejam escolhidos indicadores significativos para acompanhamento, em qualquer sistema que envolva melhoria na qualidade. Alguns exemplos, que podem servir como indicadores de qualidade são:

- Percentuais de classificação correta de nível de risco
- Taxas de sub-classificação ou super-classificação de nível de risco
- Taxas de revisão de pacientes após a classificação de risco
- Tempo médio de permanência para classificação de risco
- Outros indicadores podem fazer referência a níveis determinados, tais como limites mínimos ou máximos (“threshold”). Um número pode ser escolhido como referencial, como, por exemplo: um percentual mínimo de classificações corretas de 80%, ou, um percentual máximo de 20% de sub-classificações.

Quando há grande volume de pacientes, os casos de sub-classificação (classificação de menor gravidade que a real) podem comprometer, às vezes em caráter irreversível, o atendimento ao paciente, levando a uma deterioração do quadro clínico, enquanto este espera por atendimento. Quando ocorre uma super-classificação, (classificação de maior gravidade que a real) recursos hospitalares escassos são desnecessariamente usados em excesso, até que o erro seja corrigido. Este fato limita a disponibilidade, tanto de profissionais, como de recursos materiais, para pacientes com reais necessidades de cuidados imediatos. Para ambas as

situações, podem ser adotados indicadores, que mostrem o percentual total de erros (taxas de sub-classificação ou super-classificação), ou um percentual de revisão de pacientes após à classificação de risco, indevidamente classificados como sendo de outro grupo (grupo com níveis 1 e 2, de gravidade maior, e grupo com níveis 3, 4 e 5, de gravidade menor).

O acompanhamento do tempo de permanência do paciente para cada nível de classificação, desde a chegada, até a saída do setor de classificação de risco, é uma arma administrativa poderosa, mas, às vezes, difícil de ser obtida. A simulação computacional pode ajudar muito, provendo uma estimativa de valores em ambientes hospitalares com poucos recursos para a coleta deste tipo de dado. Este tempo é uma variável importante para aferir o sistema de classificação de risco, em especial, devido à estudos que vinculam este tempo ao nível de gravidade do paciente.

Outro tipo de indicador que, tal como o tempo de permanência supracitado, pode mostrar a capacidade do sistema em corrigir avaliações equivocadas, calcula a quantidade, ou percentual de pacientes reclassificados de forma correta, em fase posterior à fase devida. Por exemplo: um paciente de nível real de risco 1, deve idealmente ser classificado, como nível 1, na fase A. Entretanto, por erro do agente, em vez de ter sido enviado para o setor de trauma (fato que encerraria o procedimento de classificação), foi incorretamente avaliado, e encaminhado para a fase seguinte do algoritmo. Em outra fase posterior, outro agente o reclassificou como nível 1, reencaminhando-o corretamente para receber atendimento imediato no setor de trauma. Observa-se que, tal como descrito no parágrafo anterior, este indicador também deve ser usado em conjunto com outros indicadores, de modo a explicar com mais precisão e abrangência, o que ocorre no sistema.

O acompanhamento contínuo dos indicadores de qualidade de uma equipe de classificação de risco é um fator importante para a avaliação de tendências no comportamento da equipe, que venham implicar na necessidade de qualificação, ou requalificação de seus membros (GILBOY et al., 2005).

## CAPÍTULO 8 – O MODELO PROPOSTO

### 8.1 ESTABELECIMENTO DOS MEIOS

Foi estabelecido que, o objetivo principal é proporcionar uma solução ao administrador hospitalar, que reduza incertezas no processo decisório de composição das equipes em procedimento de classificação de risco. Para que soluções possam ser medidas e alcançadas, a metodologia para a formação das equipes deve ter, como idéia central, a atenção ao paciente. Existem do ponto de vista qualitativo, vários fatores individuais de importância para realização de cada tarefa do procedimento para que, o levantamento de informações, a avaliação clínica, a atribuição de risco, e o encaminhamento do paciente sejam feitos da forma mais adequada. Percebe-se também, que há vários critérios para a análise de um procedimento de classificação de risco aceitos por especialistas. A forma de trabalho proposta leva em consideração os aspectos desta análise qualitativa, envolvendo os seguintes meios, vistos de forma integrada na figura 7:

A) Construção de um modelo que realize a agregação dos valores atribuídos aos critérios de qualificação individual (dados a um determinado agente em uma tarefa), em um índice numérico de qualificação. Assim, se uma tarefa Y requer os critérios A, B e C, os valores desses critérios, atribuídos a um agente X, são agregados pelo modelo, em um índice de qualificação do agente X para a tarefa Y.

B) Construção de um modelo de simulação de fluxo de pacientes, baseado no algoritmo de classificação de risco em cinco níveis. Este modelo deve simular a passagem do paciente pelas fases previstas, de modo que, as possibilidades de decisão sejam consideradas. As variáveis de saída estabelecidas pelo especialista podem ser analisadas uma a uma, ou, podem ser usadas de forma agregada, refletindo os critérios para análise da qualidade da atenção na triagem. Os parâmetros de entrada deste modelo podem incluir informações importantes para cálculo das variáveis de saída, e, principalmente, devem inserir a informação do índice de qualificação individual do agente encarregado de cada tarefa.

C) Construção de um modelo que realize a agregação dos valores das variáveis escolhidas (indicadores de qualidade), para refletir os indicadores de qualidade de atenção na triagem, em um índice numérico. Este índice poderá ser

usado pelo decisor, como uma referência para comparação do desempenho das equipes.

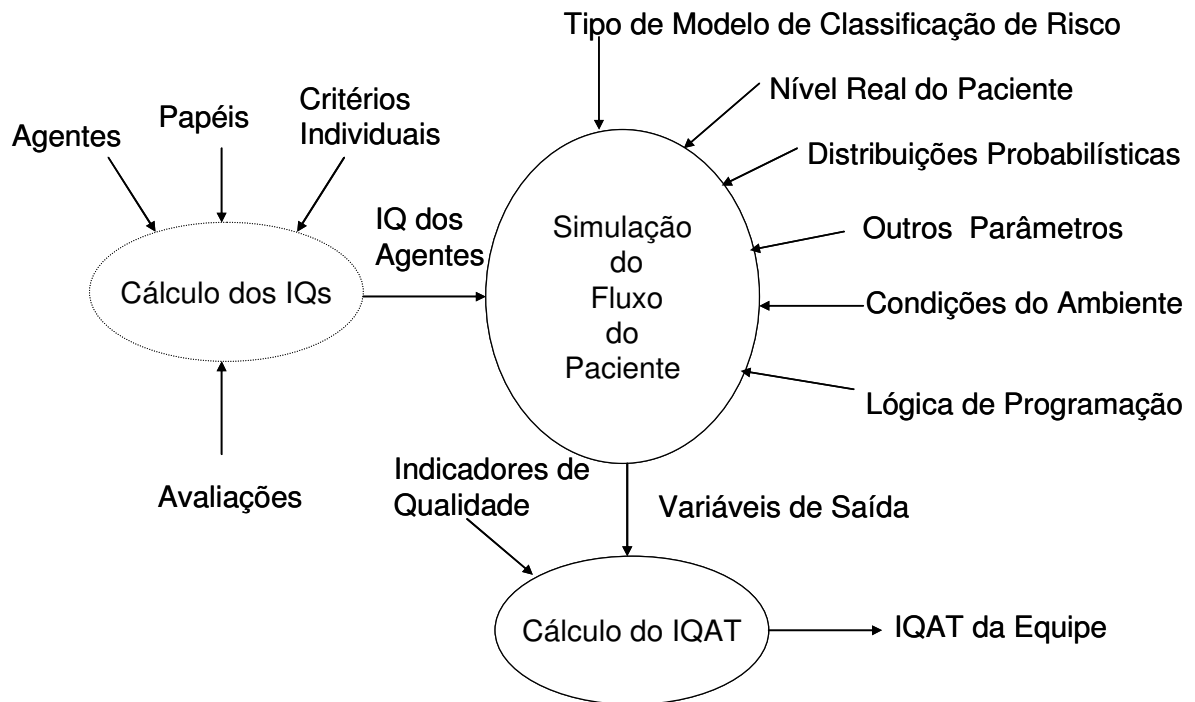


Figura 7: Visão Integrada do Modelo

## 8.2 FORMULAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

A etapa seguinte é a concepção de um modelo conceitual para simulação, envolvendo sua adaptação à dinâmica da simulação, e o estabelecimento de condições balisadoras, de modo que, as idéias nele possam ser sintetizadas, e, posteriormente, implementadas em sistemas computacionais.

## 8.2.1 MODELO CONCEITUAL

### 8.2.1.1 VISÃO GERAL DO MODELO PROPOSTO

O ambiente de trabalho envolve uma unidade de atendimento médico-hospitalar, no setor de emergência, compreendendo, além de pacientes, o seguinte (de acordo com a organização de cada unidade hospitalar): recursos humanos especializados (médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem, técnicos em exames, técnicos em laboratórios, etc), e não-especializados (recepcionistas, administração, segurança, etc); locais (sala de recepção, sala dos médicos, sala dos enfermeiros, sala de coleta, laboratórios, sala de exames, locais de triagem, leitos para repouso, etc); material de apoio (ex: aparelho de raio-X, material para exames, material para pronto atendimento de acordo com a necessidade (laboratorial, ou aplicado diretamente ao paciente)).

Uma equipe de plantão na triagem do setor de emergência de uma unidade hospitalar é o ponto de partida para a simulação, cujo escopo limitar-se-á a este setor. Na visão do setor de emergência, os recursos humanos especializados são aqueles envolvidos em ações médicas diretas, ou indiretas, sobre o paciente, como, por exemplo: realizar diagnóstico, conduzir exames, realizar coletas, conduzir paciente de um local para outro, etc. Os recursos humanos não especializados são aqueles envolvidos em tarefas administrativas. Antes do início do procedimento de classificação de risco, os agentes da equipe, de acordo com a rotina de cada unidade hospitalar, podem estar em locais de concentração próprios (como sala de médicos, sala dos enfermeiros, refeitório, etc), de onde deslocar-se-ão para os locais de execução, ou, já estarem aí posicionados. O modelo considera os agentes já posicionados nos postos de trabalho.

Dentro do conceito de procedimento de classificação de risco, um conjunto de tarefas será realizado, tendo o paciente (e sua trajetória) como centro de todas as decisões. Uma vez admitido no sistema, o paciente pode ter algum tipo de encaminhamento, seja para uma fase seguinte do algoritmo da figura 6 (interno), seja para fora (externo). O procedimento de classificação de risco é considerado terminado quando, mesmo que, em desacordo com o estado clínico real, uma atribuição de nível de risco provoque a saída do paciente do setor de classificação. Esta opção por encaminhamento externo corresponde à atribuição de um valor de 1 a 5. Assim, há cinco possíveis saídas do sistema para o paciente, para locais de atendimento fora do setor de classificação de risco. A visão geral do procedimento é mostrada na figura 8.

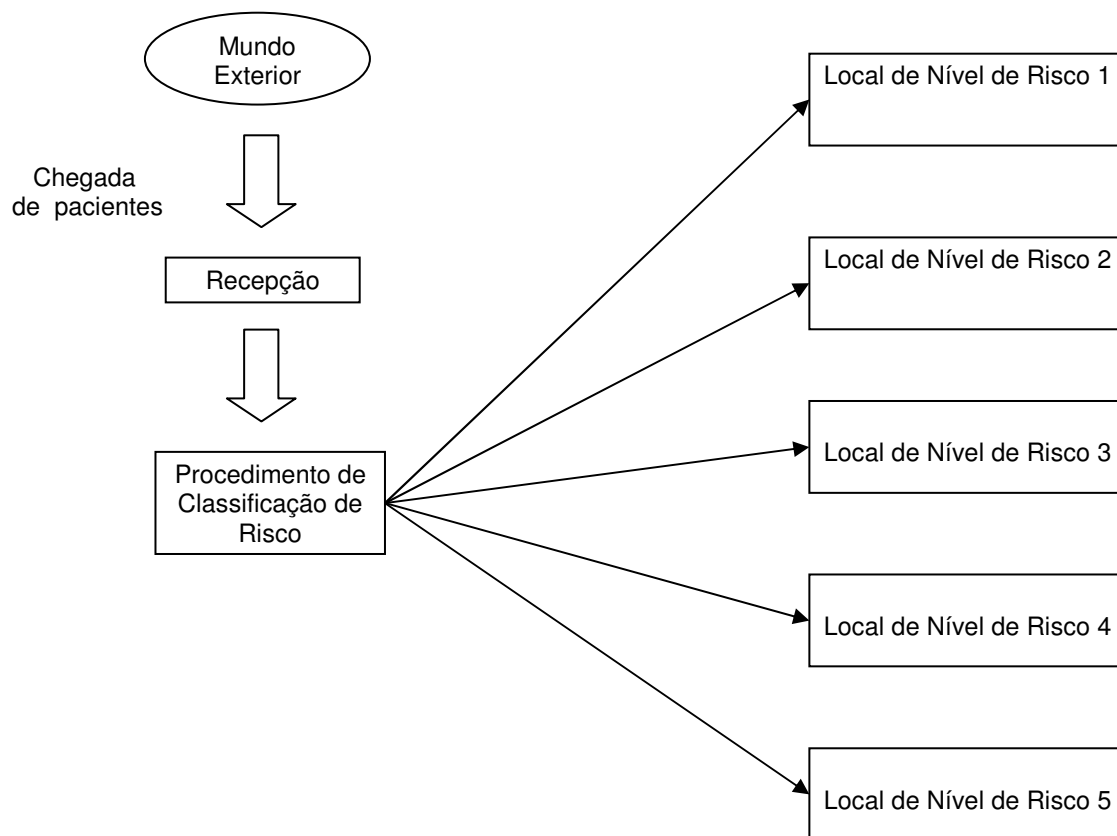


Figura 8 : Visão Geral do Modelo de Classificação de Risco

#### 8.2.1.2 DIAGRAMAS DE ATIVIDADE DO PROCEDIMENTO

De acordo com sugestões de profissionais foram construídos dois modelos adaptados, de forma a incluir-se as possibilidades de encaminhamento de acordo com as decisões dos agentes responsáveis por cada fase. Seus ciclos de atividade detalhados podem ser observados nas figuras 9 e 10. O modelo-base completo envolve as quatro fases do procedimento guarnecidas com um agente responsável para cada uma delas. O modelo agregado, com apenas dois agentes responsáveis, aglutina as fases A e B numa só fase de responsabilidade de um agente, assim como as fases C e D. Observa-se que, há a possibilidade de existência de locais intermediários de espera (filas) antes das fases do algoritmo, assim como filas de espera antes dos locais de atendimento externos. Para o modelo com um agente responsável por cada fase, há quatro filas internas e cinco externas, enquanto que, para o modelo agregado com um agente para as fases A e B agregadas, e outro para as fases C e D agregadas, há duas filas internas e cinco externas.



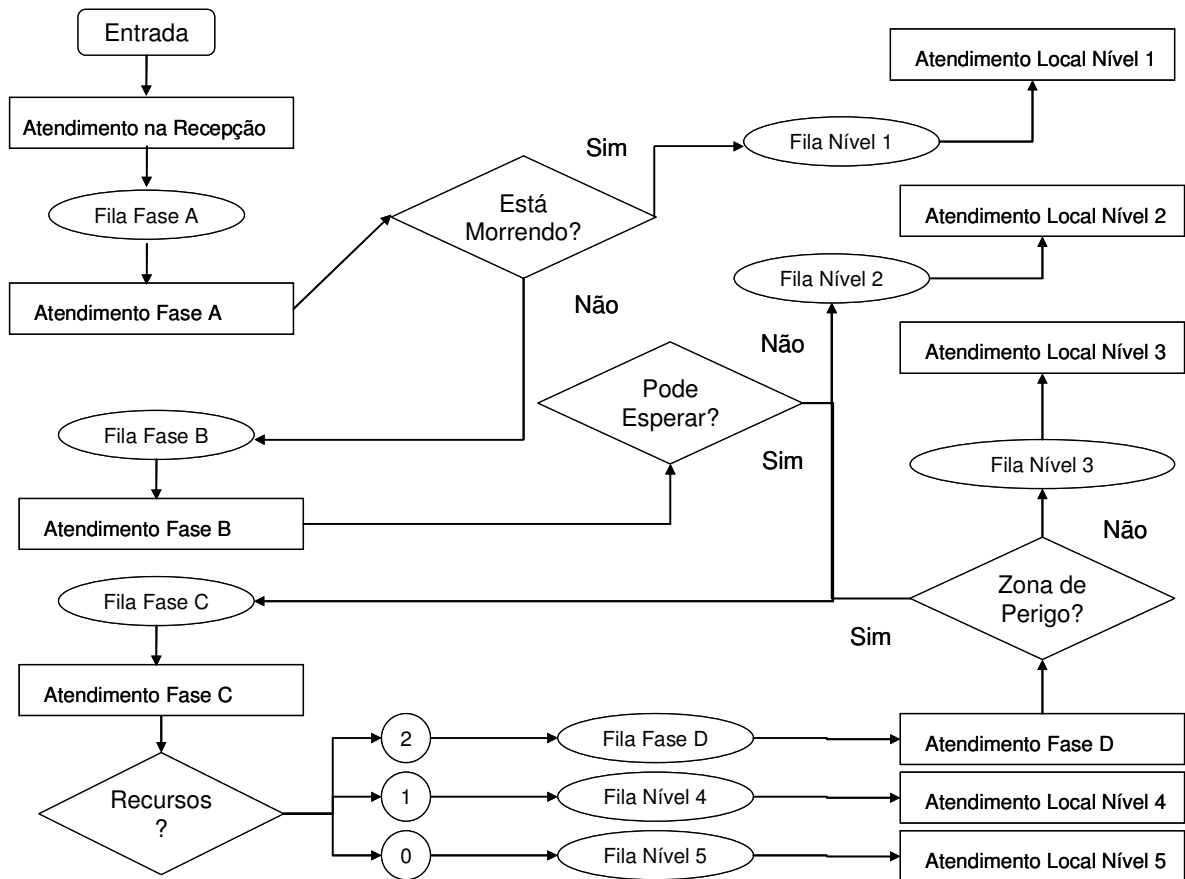


Figura 9 : Ciclo de Atividade para Classificação de Risco com Quatro Fases e Um Agente para cada Fase

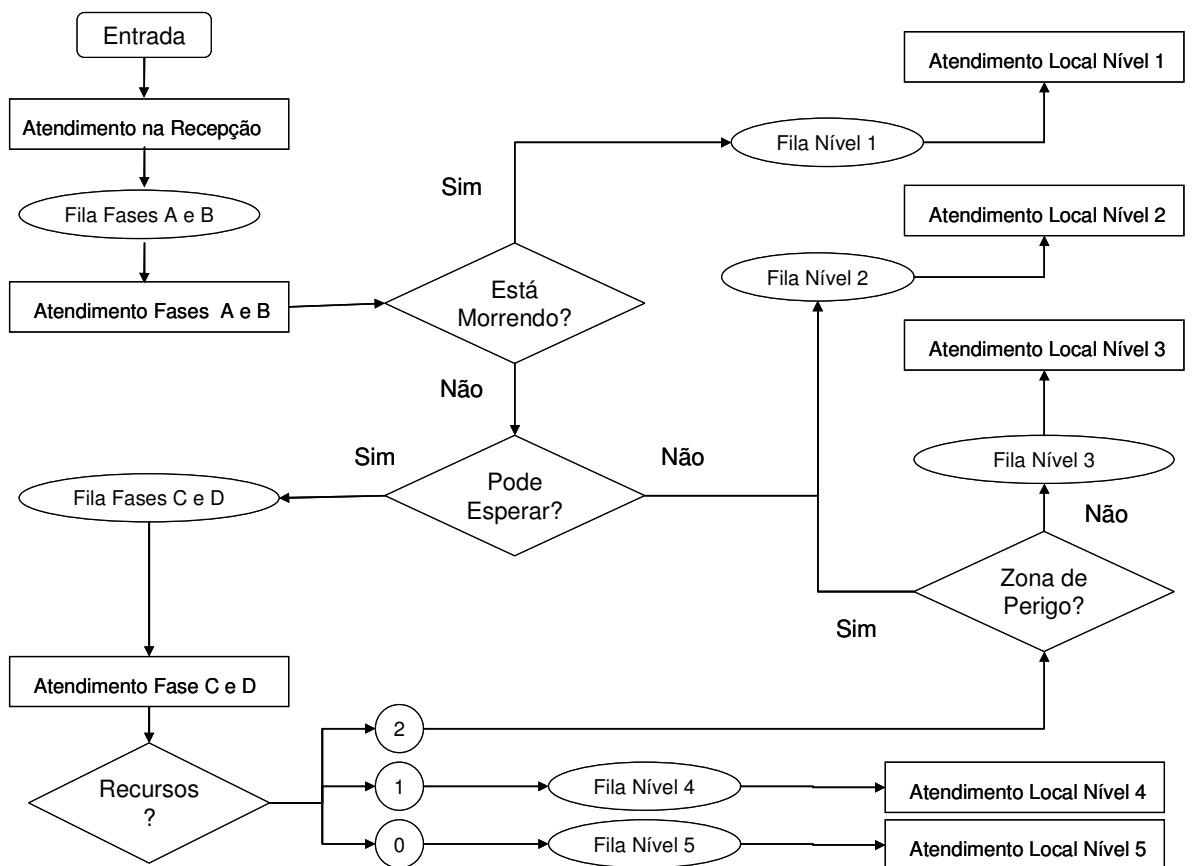


Figura 10 : Ciclo de Atividade para Classificação de Risco com Duas Fases Agregadas e Um Agente para cada Fase

### 8.2.1.3 ADAPTAÇÕES AO MODELO CONCEITUAL

Em primeiro lugar, foram acrescentadas ao modelo de classificação de risco em cinco níveis as seguintes idéias:

- Agregação de fases do procedimento, permitindo a formação de dois modelos para análise: o modelo completo com quatro fases e o modelo agregado com duas fases;
- Previsão de diagnóstico por mais de um profissional;
- Possibilidade de decisões de encaminhamento dentro do procedimento;

- Possibilidade de verificação de erros e de tempos de permanência no sistema.

Para implementação das idéias propostas, os tipos de decisão a serem tomados pelos agentes, a respeito do encaminhamento do paciente, devem ser definidos, como se segue:

A) Classificação - é a atribuição de nível de risco em qualquer fase, que provoca a saída do paciente sistema. Pode resultar em: encaminhamento externo correto ou incorreto. Neste último caso pode haver uma super-classificação (nível atribuído pelo agente é mais grave que o nível real), ou uma sub-classificação (nível atribuído pelo agente é menos grave que o nível real).

B) Avaliação - é o julgamento do agente que resulta em encaminhamento interno do paciente (para a fase imediatamente seguinte). Pode resultar em: encaminhamento interno correto ou incorreto. Para o último caso pode haver uma super-avaliação (julgamento do agente é mais grave que o nível real) ou sub-avaliação (julgamento do agente é menos grave que o nível real).

C) Reclassificação - é a atribuição de nível que altera avaliação(ões) realizada(s) em fase(s) anterior(es). Resulta em atribuição de nível de risco, com saída do paciente do sistema (encaminhamento externo correto, ou incorreto (super-classificação ou sub-classificação)). Os modelos escolhidos para análise permitem reclassificações durante o procedimento.

Para simplificação, as rotinas operacionais de cada fase do algoritmo serão omitidas neste ponto. Elas estão detalhadas no anexo C que descreve a organização da simulação na forma de tuplas. Como os dois modelos estudados refletem as possibilidades da unidade hospitalar, eles poderão ser adaptados de acordo com as peculiaridades de outras unidades. Assim, a partir dos ciclos de atividades mostrados anteriormente, são construídas as possibilidades de encaminhamento do paciente para cada um dos modelos. As figuras 11 e 12 mostram, de uma forma global, as possibilidades para os modelos completo e agregado. As formas detalhadas de encaminhamento para cada fase de cada modelo são mostradas nas figuras 13 a 18.

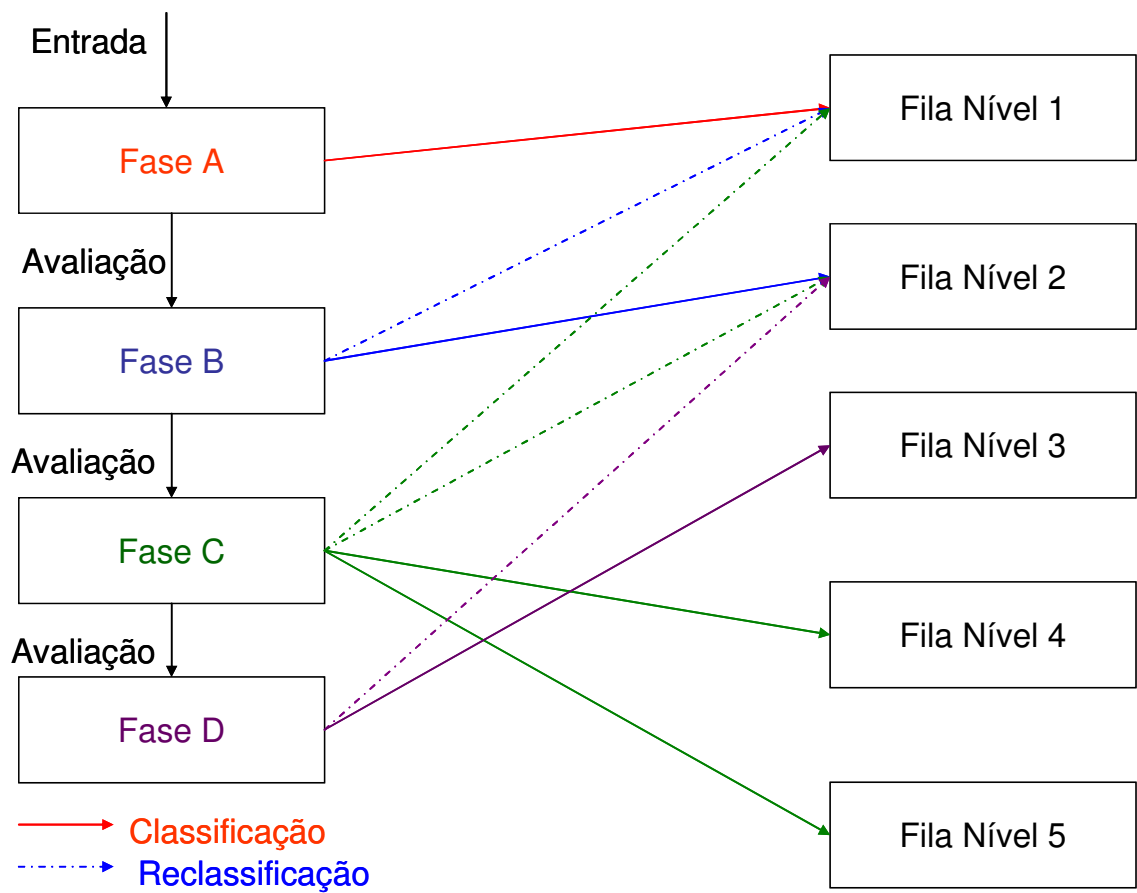


Figura 11 : Possibilidades de Encaminhamento para o Modelo Completo

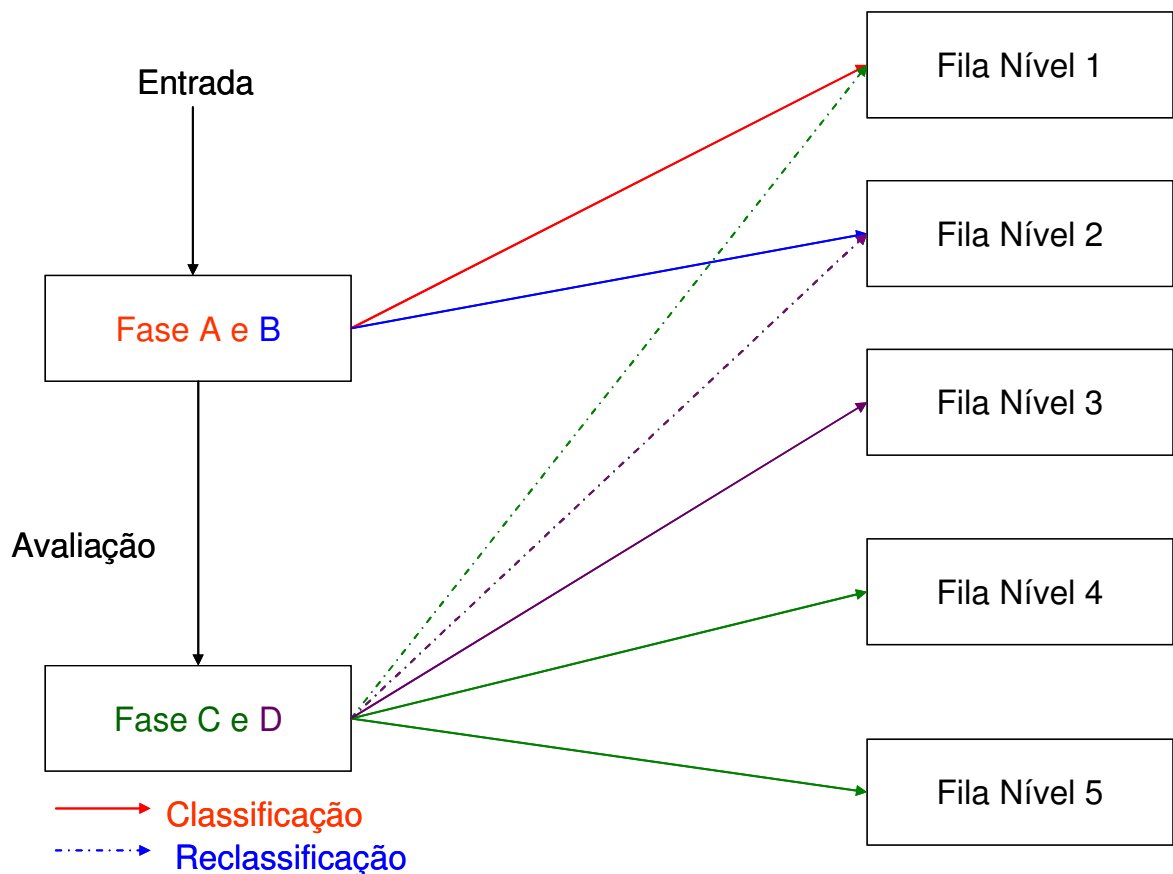


Figura 12 : Possibilidades de Encaminhamento para o Modelo Agregado

A dinâmica é disparada com a chegada do paciente à recepção, para cadastro, coleta de dados pessoais, e, de um curto histórico médico. O paciente é enviado para a posição A, onde entra na fila da fase A para o início do procedimento de classificação de risco, conforme a figura 13.

Uma vez admitido, a primeira fase do algoritmo de classificação de risco é realizada, e a necessidade imediata de intervenção é avaliada. Basicamente, trata-se de uma distinção entre pertencer ao nível de risco máximo (nível 1), ou não. Há duas opções de encaminhamento possíveis: uma externa (classificação nível 1), e uma interna (avaliação para a fase B). Caso, classificado como nível 1, o paciente é encaminhado para atendimento, via fila, para local externo associado ao tratamento de pacientes de risco 1 (por exemplo, uma equipe do setor de trauma é alertada, por meio de mensagem de “bip”). A saída do paciente do sistema encerra o procedimento de classificação. Erros nesta fase ocorrem, geralmente, para casos de alta gravidade e de

difícil distinção, como o erro de avaliar o risco como nível 2, sendo este, na verdade, de nível 1. Torna-se mais difícil, mas não impossível, a classificação em níveis mais baixos de gravidade, tal como confundir o nível 1 com os níveis 3 (média gravidade), ou 4 e 5 (baixa gravidade). Observa-se que, o paciente não pode ser encaminhado para outros locais externos associados a julgamento de fases posteriores do algoritmo. Caso, seja avaliado que o nível 1 não deve ser atribuído, o paciente é encaminhado internamente, via fila, para a segunda fase do algoritmo de classificação de risco (posição B).

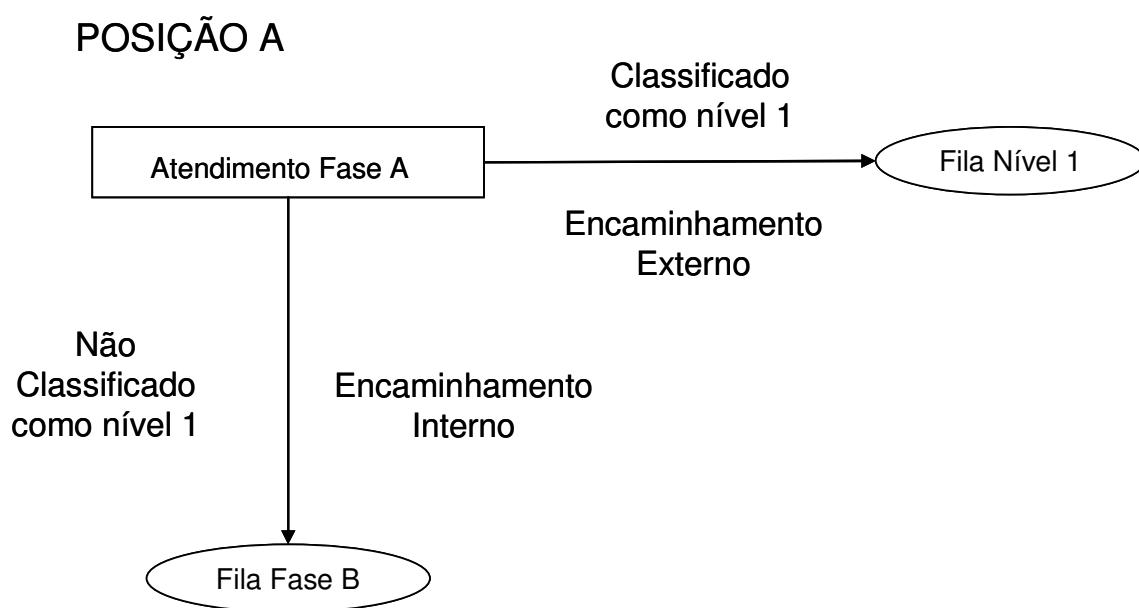


Figura 13 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase A

Após espera na fila da fase B, a segunda fase do algoritmo de triagem é realizada na posição B, conforme a figura 14. Há três opções possíveis para esta fase: duas externas (classificação nível 2 ou reclassificação nível 1), e uma interna (avaliação para a fase C). A atribuição de nível 2 acontece em situações de alto risco, onde o paciente pode aguardar atendimento por um período relativamente curto. Quando, a atribuição corresponder ao nível 2, o paciente é encaminhado, via fila, para local externo associado ao tratamento de pacientes de nível de risco 2 (por exemplo, para o setor de repouso, onde aguarda atendimento). Existe, a possibilidade de reclassificação da fase anterior, atribuindo-se ao paciente o nível 1, com reencaminhamento deste, via fila, para local externo associado a este nível de risco. Cabe notar mais uma vez que, tanto as classificações, como as reclassificações podem estar corretas ou não. Caso a conclusão seja pela não classificação como nível

2 ou reclassificação como nível 1, o paciente é encaminhado internamente, via fila, para a terceira fase do algoritmo de classificação de risco (posição C).

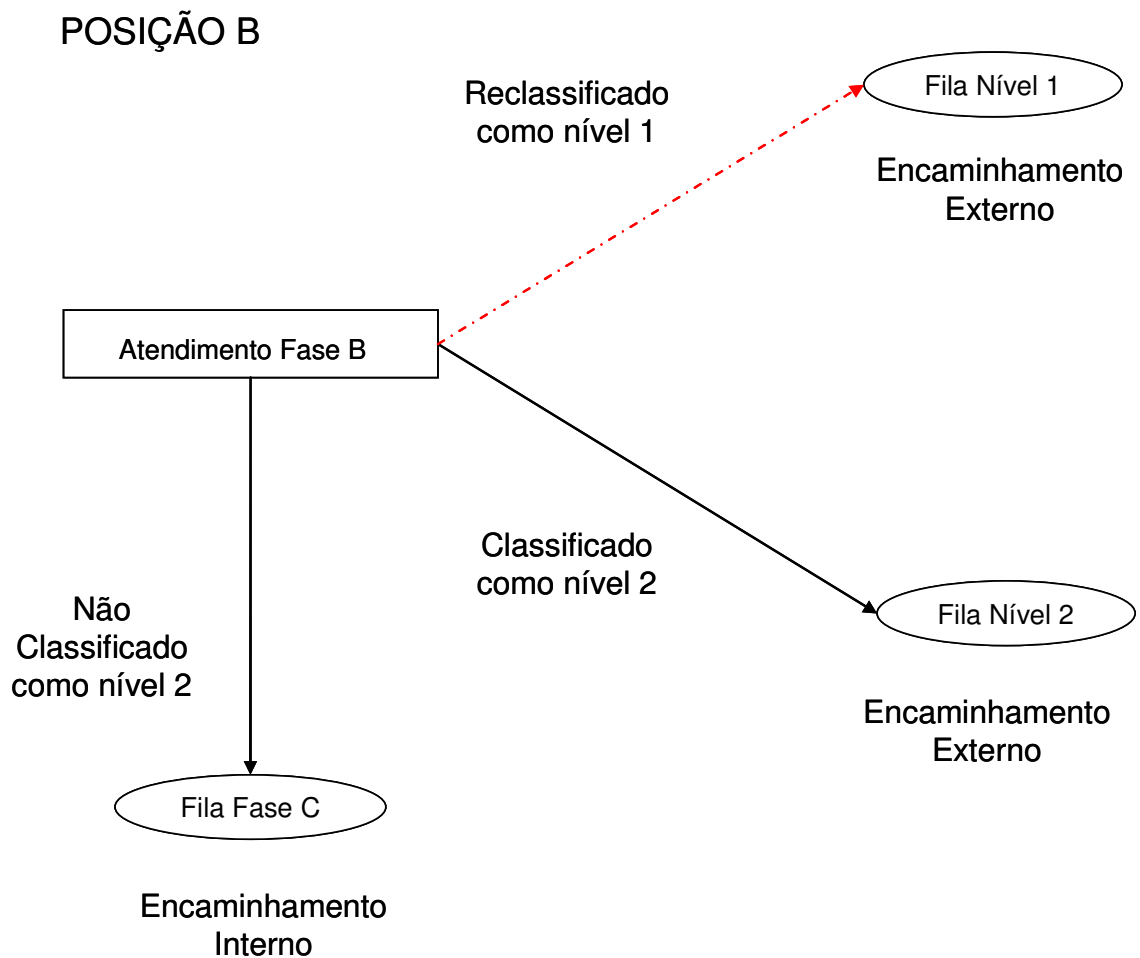


Figura 14 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase B

Para o caso do modelo agregado, onde um agente é responsável pelas fases A e B, as posições A e B se fundem, e há somente a possibilidade de encaminhamento, via fila, para local externo associado ao tratamento de pacientes com nível de risco 1 ou 2, ou internamente para a fase agregada C e D do algoritmo de classificação de risco, como mostra a figura 15.

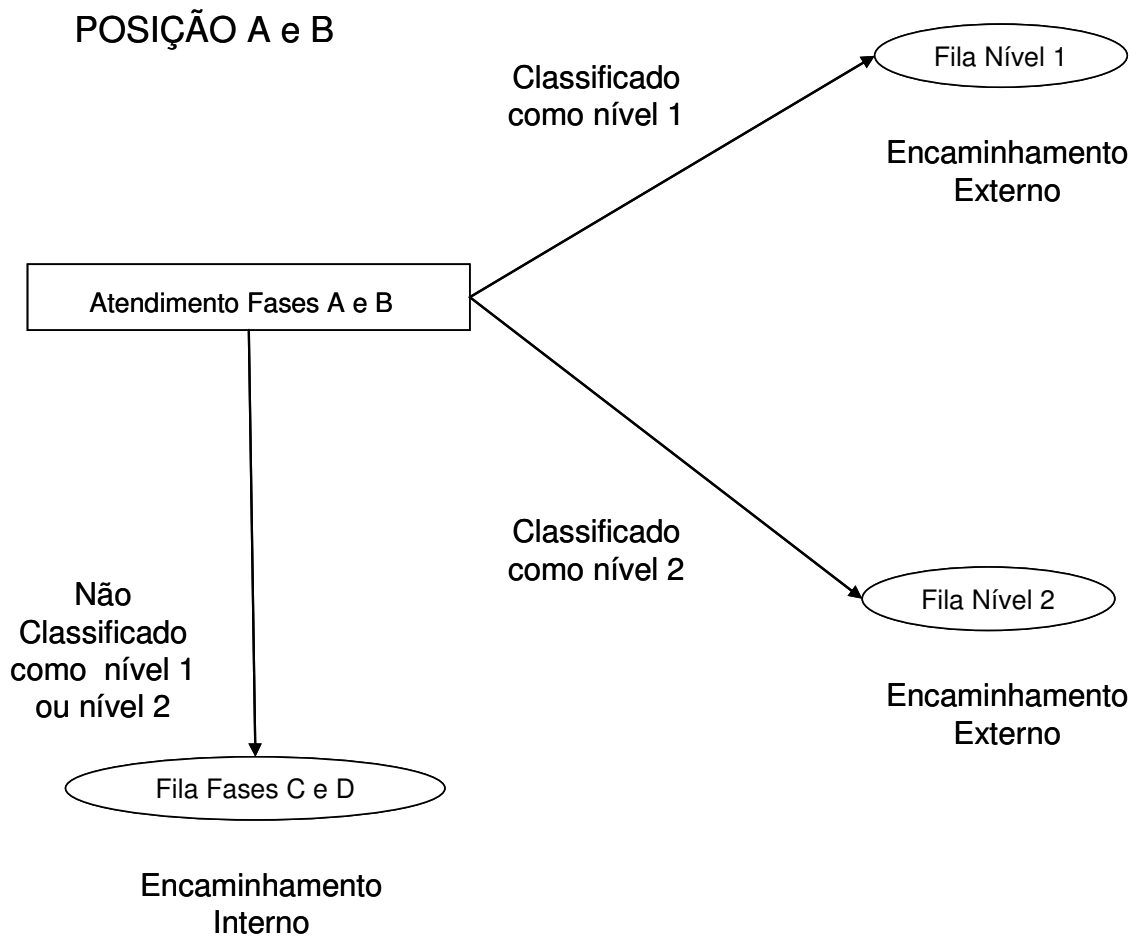


Figura 15 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase Agregada A e B

De acordo com a figura 16, a terceira fase do algoritmo de classificação de risco é realizada na posição C. Nesta fase é feita uma análise da necessidade de diferentes recursos (para auxílio no diagnóstico e continuidade do tratamento), atribuindo-se: nível 4 (necessidade de um recurso), nível 5 (não há necessidade de recursos), ou, uma indicação de nível 3 (necessidade de mais de um recurso), devendo esta última ser confirmada na fase seguinte do algoritmo. Há cinco opções possíveis para esta fase: quatro externas (classificação nível 4, classificação nível 5, reclassificação nível 1, e reclassificação nível 2), e uma interna (avaliação para a fase D). Mais uma vez, cabe notar que, ao se considerar as reclassificações, estas podem estar corretas, ou não, e que os erros podem ser propagados, ou corrigidos. Caso seja avaliado que dois, ou mais recursos são necessários, não haverá encaminhamento externo, mas sim um encaminhamento interno, via fila, para a quarta fase do algoritmo de classificação de risco (posição D), onde a classificação de nível 3 será confirmada, ou não.



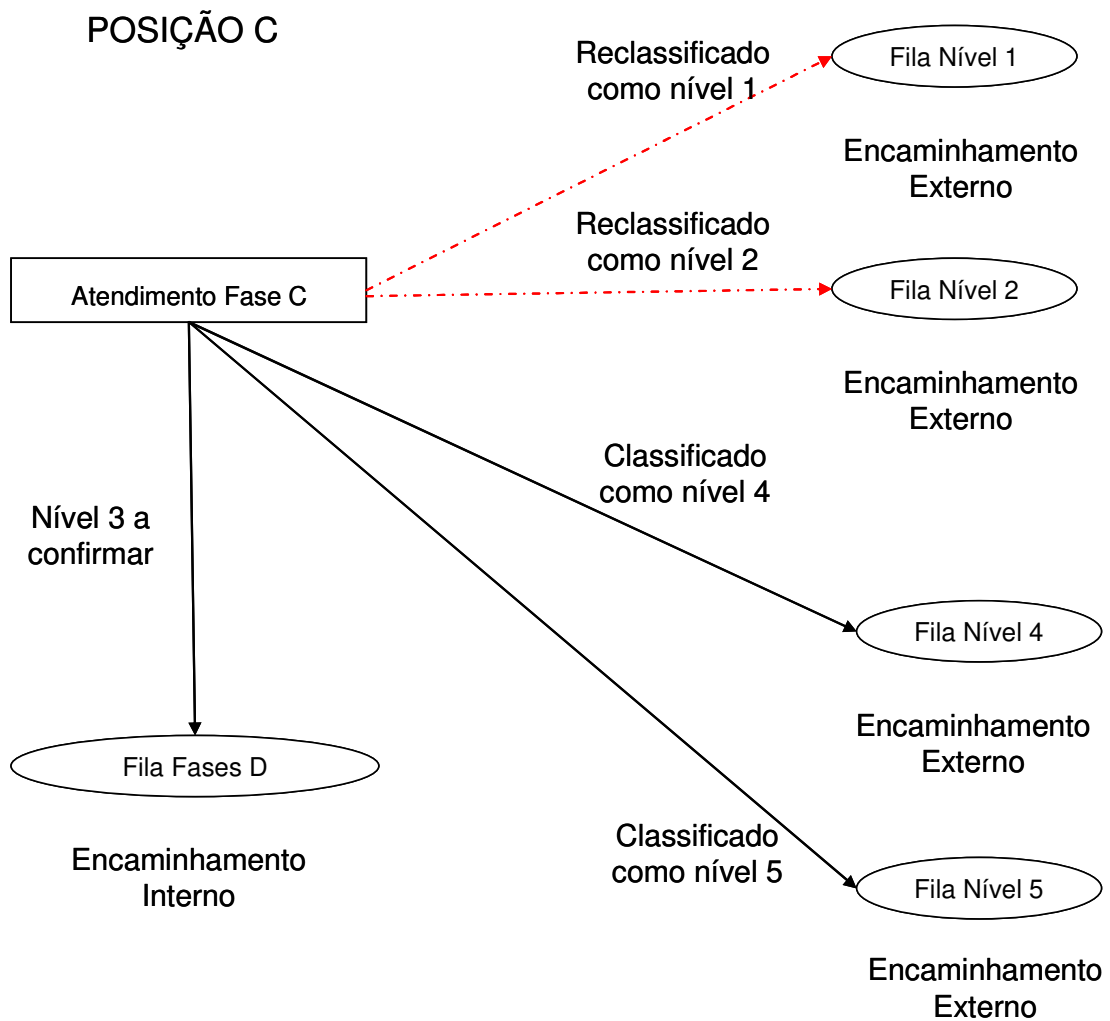


Figura 16 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase C

De acordo com a figura 17, na posição D a quarta e última fase do algoritmo de classificação de risco é realizada. Nesta fase os sinais vitais são tomados, e há uma maior utilização de recursos materiais, e de tempo. Esta fase tem como objetivo, melhor definir a condição do paciente entre estados clínicos aparentemente distintos (correspondentes aos níveis 2 e 3), mas que podem ser confundidos, caso uma análise, mais precisas dos sinais vitais, não seja realizada. Para que esta fase esteja adaptada às características da unidade hospitalar em estudo, somente há duas opções possíveis (classificação nível 3 ou reclassificação nível 2). Como todas as opções são externas, o procedimento é encerrado após a atribuição do nível de risco. Em caso de confirmação de nível 3 (sinais vitais fora da zona de perigo) o paciente é encaminhado, via fila, ao(s) local(is) externo(s) associado(s) a esta fase (por exemplo: setor de hipodermia, setor de box, setor de clínicas especializadas). Cabe ressaltar que, um paciente com nível 2 deveria ter sido detectado na fase B do algoritmo, no entanto, em decorrência de falhas, ele teve de passar pelas quatro fases do algoritmo.

Mesmo que, seu nível de risco seja corretamente detectado na fase D, o tempo total do procedimento pode ter comprometido seu estado clínico. Há um limite crítico, aceito por especialistas (cerca de dez a quinze minutos), para que este tipo de paciente receba atendimento adequado.

## POSIÇÃO D

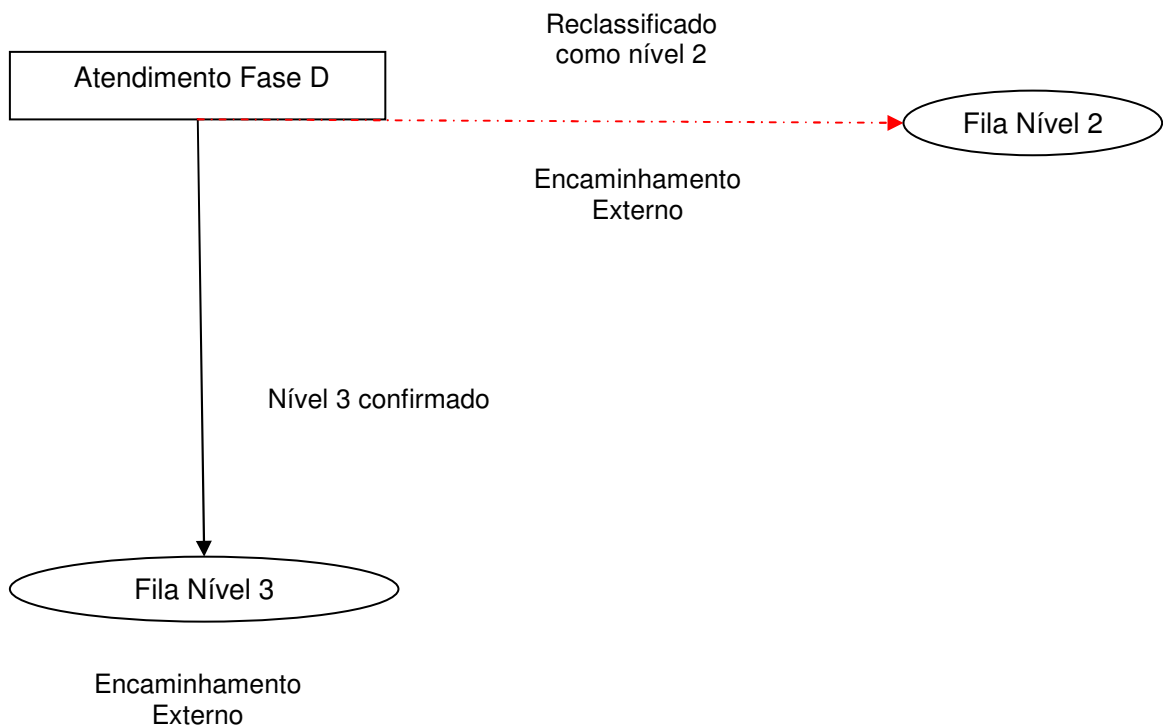


Figura 17 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase D

Para o caso do modelo agregado, onde um agente é responsável pelas fases C e D, as posições C e D se fundem, e há cinco possibilidades de encaminhamento, via fila, para locais externos associados ao tratamento de pacientes com nível de risco 3, 4, ou 5, e locais externos associados com o nível 1 ou nível 2 (reclassificações), como mostra a figura 18.

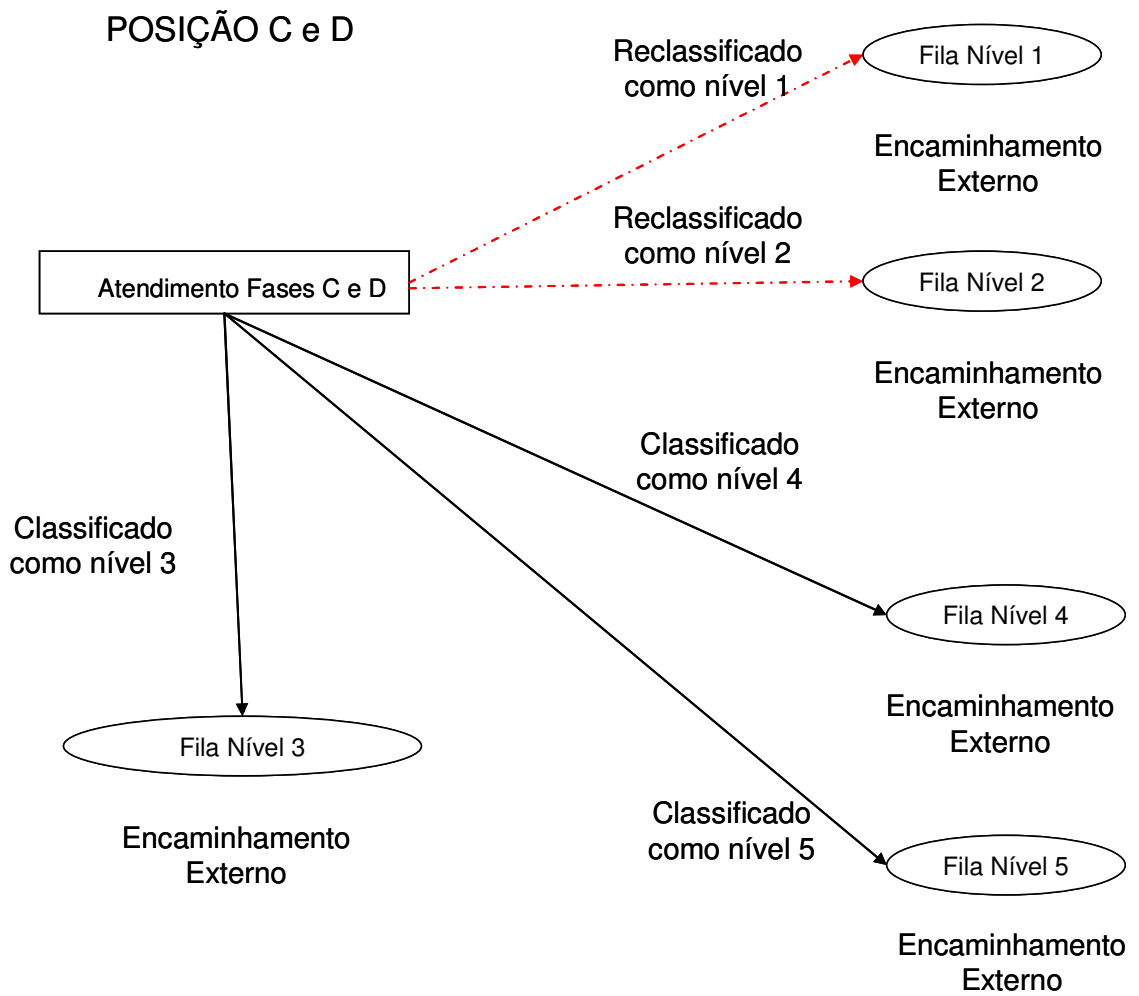


Figura 18 : Possibilidades de Encaminhamento na Fase Agregada C e D

Para complementar as relações entre o mundo real e a simulação social em ambientes virtuais, em conjunto com o supracitado, algumas condições de contorno devem ser colocadas para o problema em questão.

#### 8.2.1.4 CONDIÇÕES PARA APLICAÇÃO DO MODELO DA SIMULAÇÃO

Um modelo procura retratar um sistema com o máximo grau de realismo, mesmo que, não seja uma cópia perfeita. Assim, certas condições são estabelecidas, para que o modelo da simulação possa ser considerado uma aproximação razoável do mundo real.

1) A real condição de risco de cada paciente é identificada, por um atributo numérico inteiro (de 1 a 5) gerado no momento de sua entrada no sistema;

2) A resposta à entrada de um paciente em uma replicação da simulação é o encaminhamento externo para outro setor da emergência. Este somente será feito, após atribuição de nível de risco durante a execução do algoritmo. Mesmo que o nível de risco atribuído seja diferente do nível real, e o encaminhamento externo seja feito de forma incorreta, isto é, para local incompatível com o estado real do paciente, o objetivo será considerado alcançado para aquela replicação, e esta será terminada;

3) O encaminhamento externo de uma fase pode ser feito, apenas, para local externo de tratamento de pacientes com nível de risco associado à fase, ou, de acordo com o modelo adotado, para locais de encaminhamento de responsabilidade de fases anteriores (reclassificação);

4) Encaminhamentos internos só serão feitos para a fase imediatamente subsequente, não sendo permitido o “*by-pass*” de fases. Caso a decisão seja pelo encaminhamento interno, o nível de risco não é atribuído. Assim, evita-se que o paciente não siga o algoritmo de classificação de risco (caso de enviar o paciente para um local externo associado a uma fase, pela qual o paciente ainda deva passar);

5) A análise que é feita pelo agente responsável pela fase determina o encaminhamento do paciente. Ela é uma função do índice de qualificação individual, tomado como uma probabilidade de acerto na execução da tarefa. Em casos de múltiplas possibilidades de encaminhamento, as seguintes heurísticas poderão ser aplicadas, tornando o ambiente virtual mais próximo do mundo real:

- Nas fases A e B, pacientes com risco real 3, 4 ou 5, somente serão equivocadamente classificados com risco maior, quando o agente responsável tiver índice de qualificação abaixo de determinado valor crítico. Caso contrário, serão encaminhados para a fase seguinte;

- Na fase C:

> Pacientes de nível real 1 ou 2, quando equivocadamente classificados, têm maior probabilidade de serem classificados como de nível 4 ou 5, quanto menor o índice de qualificação do agente. Para nível real 1 (2), a probabilidade de ser equivocadamente classificado como 2 (1) em vez de nível 3, 4 ou 5 é maior, se o índice de qualificação for maior;

> Pacientes de nível real 3, quando equivocadamente classificados, têm maior probabilidade de serem classificados como 4 ou 5 (em vez de 1 ou 2), e maior probabilidade de serem classificados como 2 (em vez de 1), quanto maior o índice de qualificação. A probabilidade de serem classificados como 4 ou 5 é igual; e

> Pacientes de nível real 4 (5), quando equivocadamente classificados, têm maior probabilidade de serem classificados como 1 ou 2, quanto menor o índice de qualificação, e maior probabilidade de classificação 5 (4) em vez de nível 3, quanto maior o índice de qualificação.

- Na fase D:

> Pacientes de nível real 1, caso cheguem até esta fase, serão considerados como tendo excedido o tempo de espera no sistema;

> Pacientes de nível real 2, quando equivocadamente classificados, recebem atribuição de nível 3 e vice-versa; e

> Pacientes de nível real 4 ou 5 são encaminhados para um local comum de atendimento.

6) O tempo de duração das fases, calculado a partir de distribuições de tempo, sofrerá desvios, em função do índice de qualificação do agente responsável pela fase.

O objetivo é introduzir flutuações nos tempos de execução das tarefas em função de desempenhos individuais distintos, já que agentes menos qualificados tendem a levar mais tempo que agentes qualificados para executar uma mesma tarefa;

### 8.3 FORMULAÇÃO DOS MODELOS DE AGREGAÇÃO

A próxima etapa é a modelagem dos sistemas agregadores que possibilitam a síntese das avaliações dadas aos critérios, ou aos indicadores de qualidade. A implementação dos modelos agregadores será feita por sistemas computacionais.

#### 8.3.1 A LÓGICA DIFUSA E O CARÁTER MULTI-CRITÉRIO DA QUALIDADE DE ATENÇÃO

Quando se pensa em qualidade, associa-se imediatamente, o juízo a respeito de critérios. Como os critérios e o juízo são diferentes de uma pessoa para outra, conseqüentemente, a qualidade dependerá de quem define os critérios, e emite o julgamento. Dentro do que se entende como qualidade de atenção na saúde, há uma forte presença de conhecimentos médicos e da perícia para sua aplicação, como elementos básicos para satisfação das necessidades de saúde. A existência de muitas opiniões sobre quais habilidades, conhecimentos e níveis de experiência individuais são importantes em certas situações, e como eles devem ser mensurados em uma análise global da qualidade de atenção ao paciente, realça a importância do decisor. A escolha dos critérios de qualidade de atenção, também pode ter como referência, certos parâmetros ditados por normas.

A Lógica Difusa é peça importante para os modelos de agregação descritos no item 8.1. As técnicas de Lógica Difusa, ao permitir a inclusão de vários fatores de influência, possibilitam uma abordagem de muitos critérios, ao produzir índices para uso como parâmetros de entrada na simulação, e para análise de seus resultados. Assim, a aplicação da Lógica Difusa contribuirá para a redução de incertezas, em um processo de decisão do mundo real.

## 8.3.2 MODELO DE AGREGAÇÃO PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIFICAÇÃO INDIVIDUAL

### 8.3.2.1 DESCRIÇÃO GERAL

O caráter heterogêneo de composição das equipes tem como característica fundamental, a atribuição de índices de qualificação para diferenciar o desempenho de vários agentes em um papel. O índice de qualificação poderá assumir valores no intervalo entre 0 e 1, de modo que, quanto pior for a qualificação agregada do agente para exercer dada tarefa, menor será o valor numérico atribuído ao índice de qualificação (mais próximo de 0). Desta forma, um dos  $m$  agentes poderá ter um valor correspondente à sua capacitação, para cada um dos  $n$  papéis que pode desempenhar ( $IQ_{mn}$ ). A questão que se coloca é: “Qual a melhor forma de atribuir um índice de qualificação a um agente no desempenho de um papel ?”

A Lógica Difusa (“*Fuzzy Logic*”) (anexo A) lida com ambigüidades, subjetividades, falta de clareza, e, imprecisão de conceitos e de julgamentos. Estas características são inerentes ao pensamento humano, e a Lógica Difusa incorpora os vários níveis dessas ocorrências, explorando-as dentro do conceito de conjuntos difusos, e da lógica multi-valorada. Assim, ela permite desenvolver modelos que auxiliem decisões, onde, não somente muitos critérios, mas também, a subjetividade de opiniões distintas, a respeito deles esteja envolvida. Para exemplificar a forma imprecisa de conceito, e de julgamento, tomemos um agente, cujo atributo de experiência desejável para certa tarefa seja representado por um critério (variável lingüística) chamado “nível de experiência”. Este que pode assumir vários níveis subjetivos (valores lingüísticos), tais como: “péssimo”, “ruim”, “médio”, “alto”, “muito alto”. Desta forma, fica claro que não se trata apenas de considerar alguém experiente, ou não, mas de considerar os vários níveis de incerteza do atributo, no momento do seu julgamento.

No modelo de agregação que calcula o índice de qualificação do agente, o especialista escolherá os  $y$  critérios (atributos do agente) que considera importantes no desempenho do papel, tais como: notas em provas teóricas, habilidades específicas para tarefa, desempenho do agente na tarefa ou em tarefas semelhantes (baseado em dados objetivos como tempo gasto na execução, ou julgamento), anos de experiência na função, anos de escolaridade, nível de escolaridade, etc. Cada critério equivalerá a uma variável lingüística de entrada para o modelo difuso. Para cada variável, o decisor/especialista escolherá quais os respectivos valores

linguísticos (estes correspondem aos conjuntos difusos), e funções de pertinência correspondentes. Para o conjunto de saída, que terá a variável “índice de qualificação do agente na tarefa” (um valor real, entre 0 e 1), serão escolhidos as funções de pertinência dos seguintes valores linguísticos: “não qualificado”, “pouco qualificado”, “médio”, “muito qualificado”, “excelente”. Com isso definido, o especialista poderá compor as várias regras de inferência do tipo “se ... então...” para cada situação.

A partir desse ponto, o vetor com as entradas correspondentes a cada critério pode ser inserido, e o índice de qualificação que traduz a condição técnica do agente na tarefa será calculado, para ser introduzido como um dos parâmetros de entrada da simulação. A implementação deste modelo é mostrada no anexo D. A figura 19 mostra a visão global deste modelo.

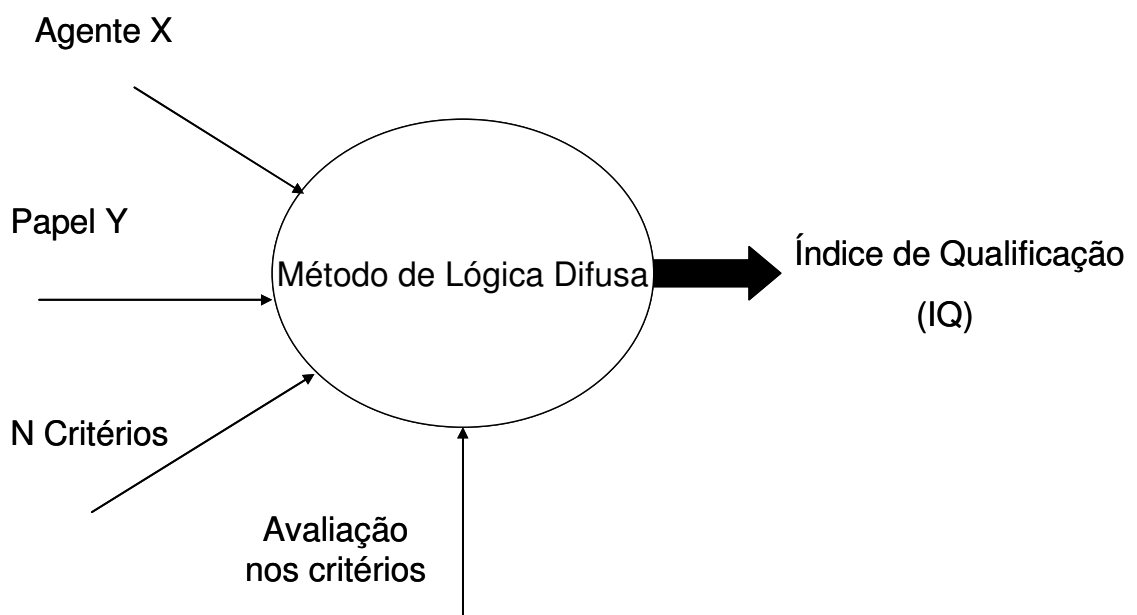


Figura 19 : Modelo para cálculo dos IQ dos Agentes

### 8.3.2.2 CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO INDIVIDUAL

Para a composição dos índices de qualificação individual, além de requisitos específicos, foram consideradas as distintas formações acadêmicas, o tempo de experiência no hospital, e o tempo de experiência em classificação de risco. Entre os



profissionais que podem pertencer a uma equipe estão: médicos (especializados em clínica médica), enfermeiros e auxiliares de enfermagem.

Cabe ressaltar que, entre as qualificações especiais em um procedimento de classificação de risco, a anamnese é uma das mais importantes. Ela é uma das disciplinas da grade curricular dos cursos de Medicina e Enfermagem, e envolve importantes aspectos do algoritmo de classificação de risco tidos como vitais, tais como: técnicas de entrevista (levantamento das principais queixas, história da doença atual, história médica pregressa, história familiar, história pessoal e social), reconhecimento de padrões, revisão de sintomas, e método hipotético-dedutivo. Como visto no capítulo 7, e realçado pelos profissionais do hospital, a experiência profissional e a experiência na função de avaliação são de fundamental importância, para que as associações sejam feitas com correção e rapidez.

Além das qualificações acadêmicas, e de experiência serão incluídos os seguintes critérios de qualificação individual:

Para as fases A e B:

- Anamnese
- Suporte Básico
- Julgamento subjetivo do decisor

Para as fases C e D:

- Anamnese
- Suporte Básico
- Interpretação de traçado eletrocardiográfico
- Julgamento subjetivo do decisor

As variáveis lingüísticas de entrada e respectivos conjuntos de valores lingüísticos são assim definidos :

1) V (Formação acadêmica) = { Médio, Superior, Superior com Especialização }  
(Inclui a escolaridade do agente em anos )

2) V (Tempo de experiência no hospital) = { Pouco, Razoável, Suficiente }  
(Inclui o tempo de permanência no hospital do agente em anos )

3)  $V(\text{Tempo de experiência em classificação de risco}) = \{ \text{ Pouco, Razoável, Suficiente} \}$  (Inclui o tempo de permanência no hospital na função de classificação de risco do agente em meses)

4)  $V(\text{Anamnese}) = \{ \text{ Insuficiente, Regular, Bom, Ótimo} \}$   
(Inclui o desempenho do agente em curso correspondente)

5)  $V(\text{Suporte Básico}) = \{ \text{ Insuficiente, Regular, Bom, Ótimo} \}$   
(Inclui o desempenho do agente em curso correspondente)

6)  $V(\text{Interpretação de traçado eletrocardiográfico - ITE}) = \{ \text{ Insuficiente, Regular, Bom, Ótimo} \}$  (Inclui o desempenho do agente em curso correspondente, apenas para as fases C e D)

7)  $V(\text{Julgamento subjetivo do decisor}) = \{ \text{ Insuficiente, Regular, Bom, Ótimo} \}$   
(Inclui a opinião do julgador sobre a capacidade técnica do agente e sua habilidade na execução da tarefa em questão)

Para saída deste sistema, o seguinte conjunto de valores linguísticos será adotado para a variável Índice de Qualificação (IQ):

$V(\text{IQ}) = \{ \text{ não qualificado, pouco qualificado, médio, muito qualificado, excelente} \}$ .

Os conjuntos difusos escolhidos para representar os valores linguísticos das variáveis descritas e suas funções de pertinência correspondentes podem ser vistos nas figuras abaixo.

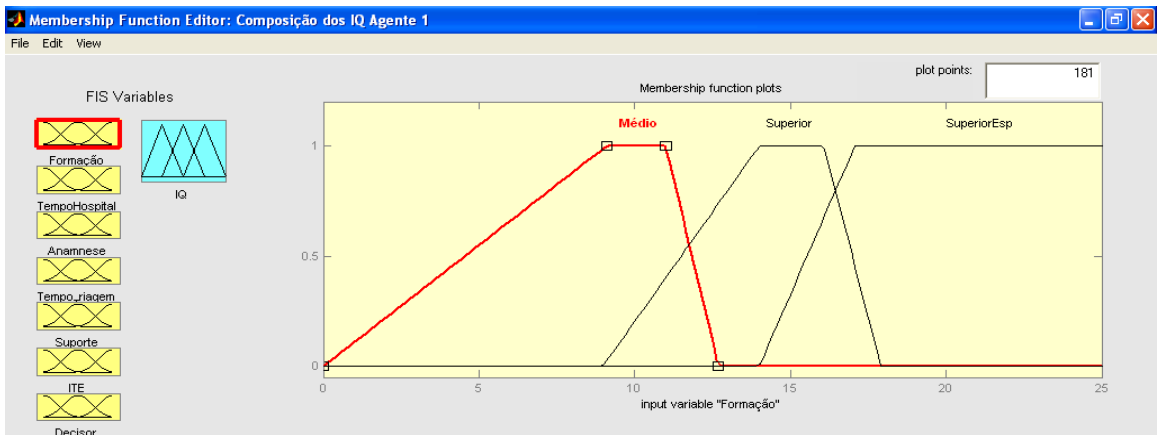


Figura 20 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Formação Acadêmica”

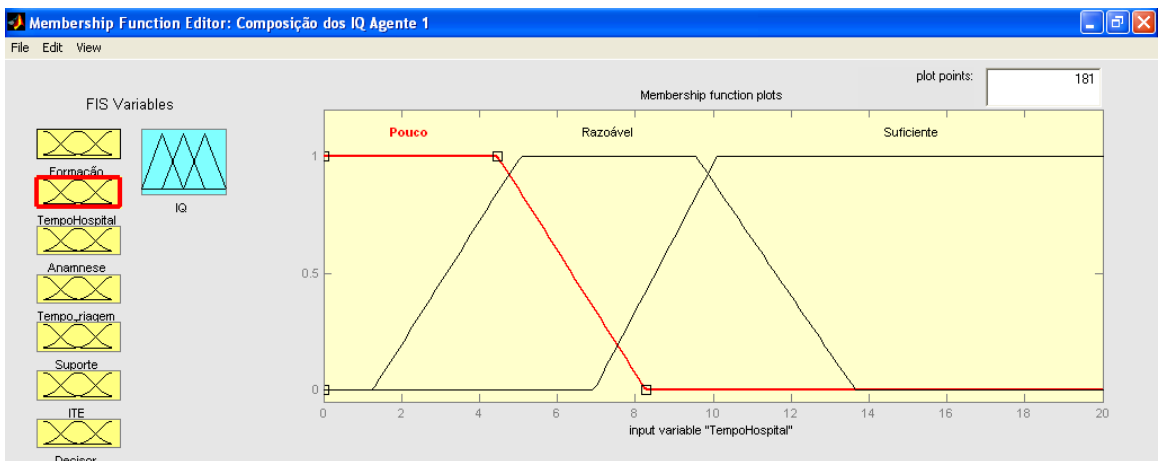


Figura 21 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Tempo de Experiência no Hospital”

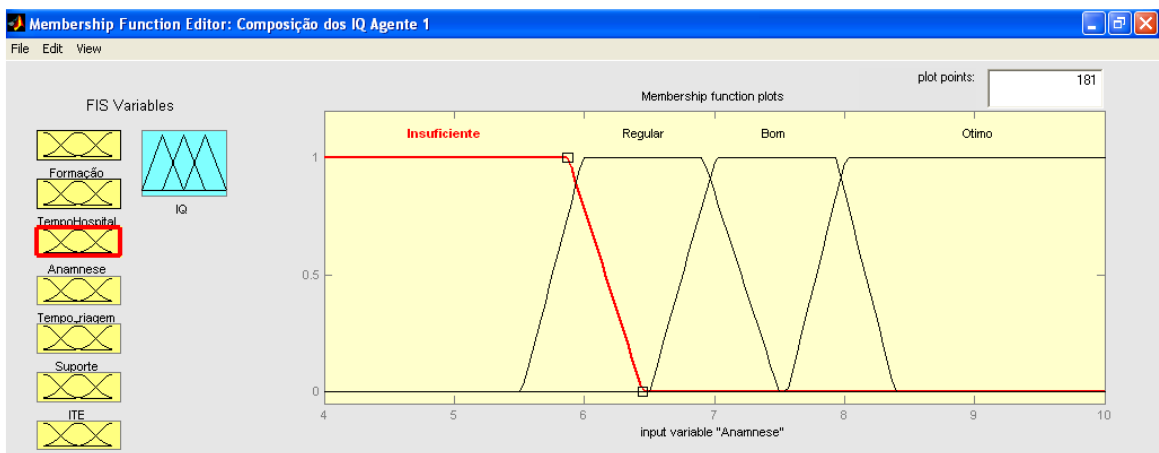


Figura 22 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Anamnese”

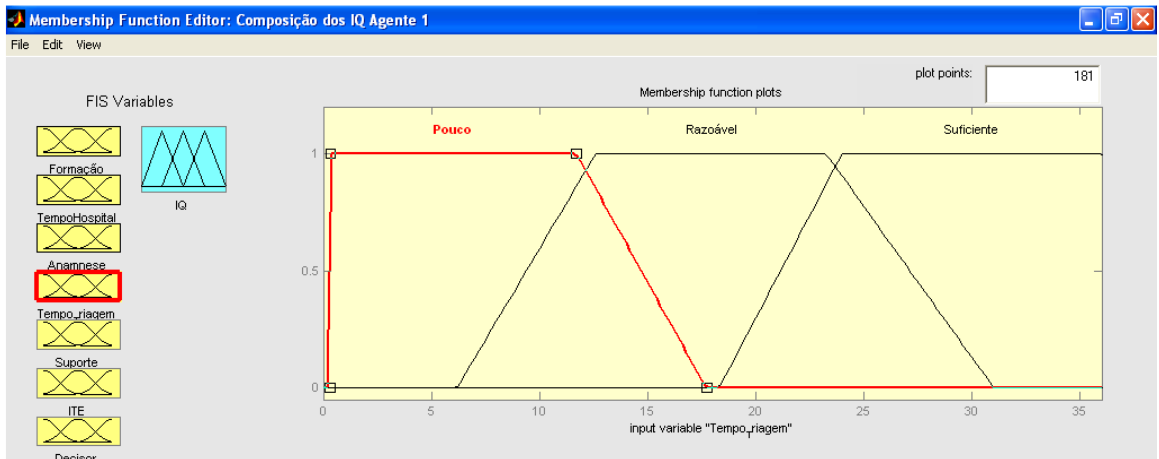


Figura 23 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Tempo de experiência em classificação de risco”

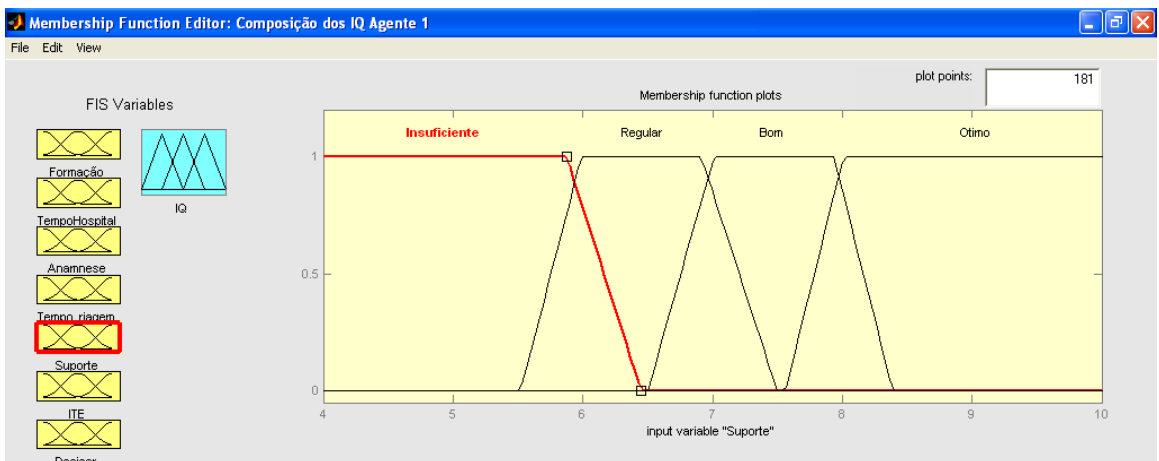


Figura 24 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Suporte Básico”

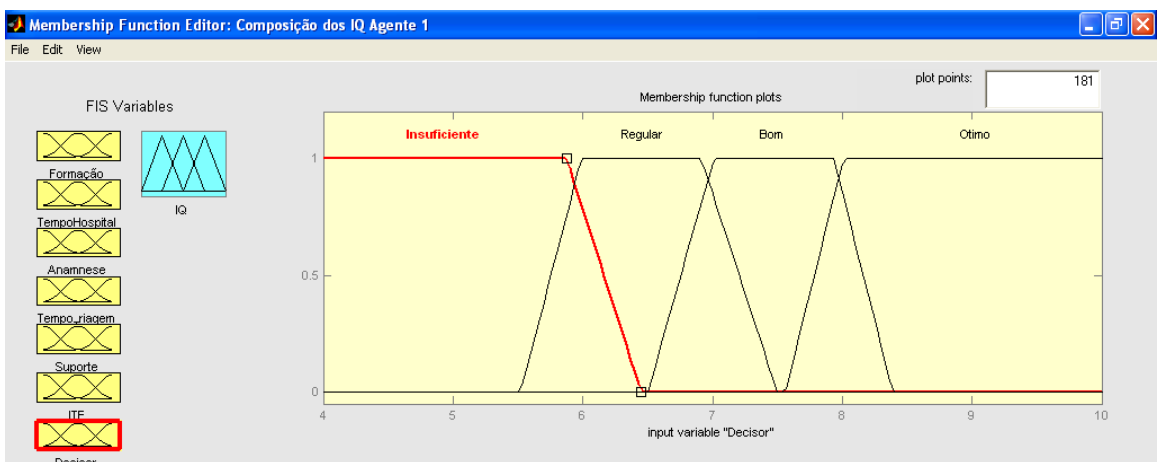


Figura 25 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Julgamento subjetivo do decisor”

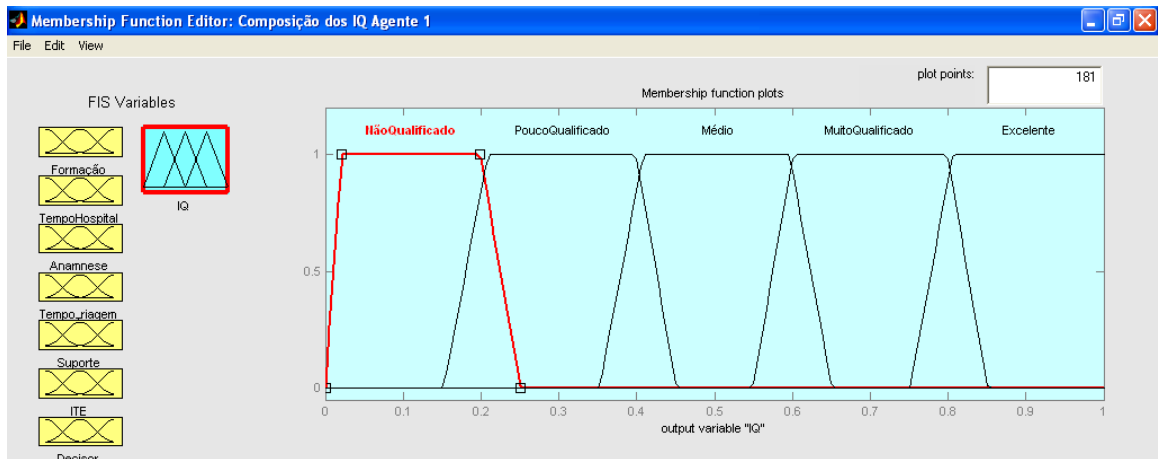


Figura 26 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística de saída “Índice de Qualificação (IQ)”

O cálculo do Índice de Qualificação Individual para os agentes em cada papel desempenhado encontra-se descrito no anexo D.

### 8.3.3 MODELO DE AGREGAÇÃO PARA CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATENÇÃO NA TRIAGEM

#### 8.3.3.1 DESCRIÇÃO GERAL

Seguido-se a mesma filosofia de Lógica Difusa aplicada ao modelo para cálculo do qualificação individual, agora para o caso da agregação que calcula o índice de qualidade da atenção na triagem, os k indicadores de qualidade (características desejáveis em uma equipe) serão escolhidos pelo decisor, para, em seguida, ser estabelecida uma conexão entre estes, e as variáveis da simulação. Serão concebidas as variáveis lingüísticas de entrada para o modelo difuso, os valores lingüísticos correspondentes aos conjuntos difusos e suas funções de pertinência. Para o conjunto de saída, cuja variável é o índice de qualidade de atenção da triagem (um valor real, entre 0 e 1) serão escolhidas as funções de pertinência dos seguintes valores lingüísticos: “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto”, e “muito alto”. Em seguida, as várias regras de inferência são compostas e inseridas no sistema. O vetor de entradas com valores precisos, é obtido a partir das variáveis de saída simulação, de forma direta ou indireta. O índice que traduz qualidade de atenção na triagem será calculado pelo sistema, para ser usado como uma referência na comparação do desempenho das equipes. A implementação deste modelo é mostrada no anexo D. A figura 27 mostra a visão global deste modelo.

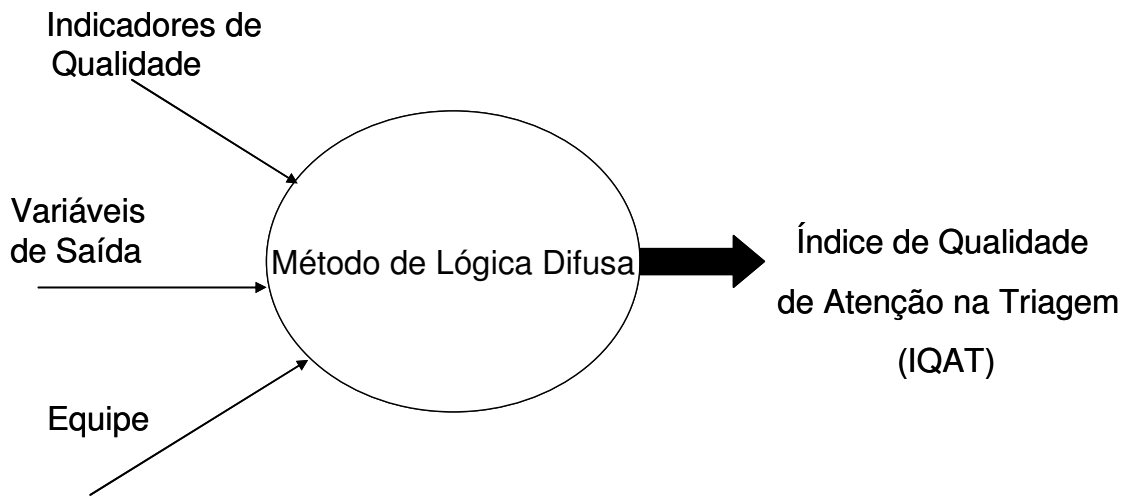


Figura 27 : Modelo para cálculo dos IQAT das Equipes

#### 8.3.3.2 INDICADORES DE QUALIDADE

Para apoiar a decisão sobre alocação de pessoal, em uma equipe de classificação de risco, torna-se necessário que sejam feitas análises comparativas. A forma de avaliação escolhida tem como referência, o conceito de qualidade de atenção, com ênfase na qualificação, habilidade, e experiência das equipes de triagem, e de seus membros. Critérios isolados, também podem ser usados para aferir a qualidade de atenção de uma equipe, assim como, uma combinação de vários critérios. Para este último caso, os critérios são escolhidos pelo(s) especialista(s) ou decisores, para composição de um índice de qualidade de atenção na triagem, preferencialmente, a partir de fatores aceitos por normas.

Para um sistema que envolva melhoria na qualidade, os critérios de avaliação são definidos como sendo os indicadores de qualidade deste sistema. As variáveis de interesse, cujos valores são quantificados durante a simulação, devem refleti-los de forma direta, ou indireta.

Alguns exemplos, que podem servir como indicadores de qualidade, no procedimento são:

- Total ou Percentual de classificações corretas por nível de risco

- Total ou Percentual de sub-classificações e de super-classificações de nível de risco
- Total ou Percentual de revisões de pacientes após a classificação de nível de risco
- Tempo médio de permanência para cada nível de risco
- Total ou Percentual de reclassificações de pacientes
- Percentual de casos que excedam o limite de tempo de atendimento
- Combinações que envolvam limites mínimos ou máximos (“threshold”)

Três indicadores de qualidade foram escolhidos para medir o desempenho de cada equipe, estabelecido pelo Índice de Qualidade de Atenção na Triagem:

A) Penalidades Nível 1 - engloba os erros de classificação e o excesso de tempo no sistema para pacientes com nível real 1;

B) Penalidades Nível 2 - engloba os erros de classificação e o excesso de tempo no sistema para pacientes com nível real 2; e

C) Taxa de Super-classificações – engloba os erros de super-classificação do grupo de pacientes de baixa e média complexidade.

As variáveis lingüísticas de entrada e seus valores lingüísticos correspondentes são assim definidos :

1)  $V(\text{Penalidades Nível 1}) = \{ \text{Ótimo}, \text{Bom}, \text{Ruim}, \text{Péssimo} \}$

(Inclui os erros de classificação e o excesso de tempo no sistema para pacientes com nível real 1)

2)  $V(\text{Penalidades Nível 2}) = \{ \text{Ótimo}, \text{Bom}, \text{Ruim}, \text{Péssimo} \}$

(Inclui os erros de classificação e o excesso de tempo no sistema para pacientes com nível real 2)

3)  $V(\text{Taxa de Super-classificações}) = \{ \text{Ótimo}, \text{Bom}, \text{Ruim}, \text{Péssimo} \}$   
 (Valor da variável Taxa de Revisão de Pacientes Super-classificados como nível 1 ou 2 em vez da classificação real 3, 4 ou 5)

Para saída deste sistema, o seguinte conjunto de valores linguísticos será adotado para a variável Índice de Qualidade de Atenção da Triagem (IQAT):

$V(\text{IQAT}) = \{ \text{muito baixo}, \text{baixo}, \text{médio}, \text{alto}, \text{muito alto} \}$

Os conjuntos difusos escolhidos para representar os valores linguísticos das variáveis descritas e suas funções de pertinência correspondentes podem ser vistos nas figuras abaixo.

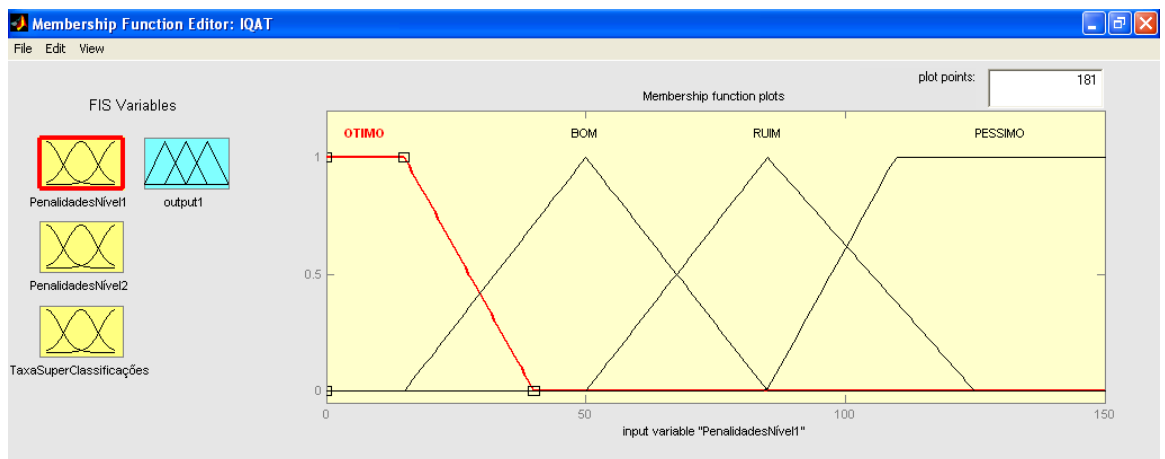


Figura 28 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável linguística “Penalidades Nível 1”

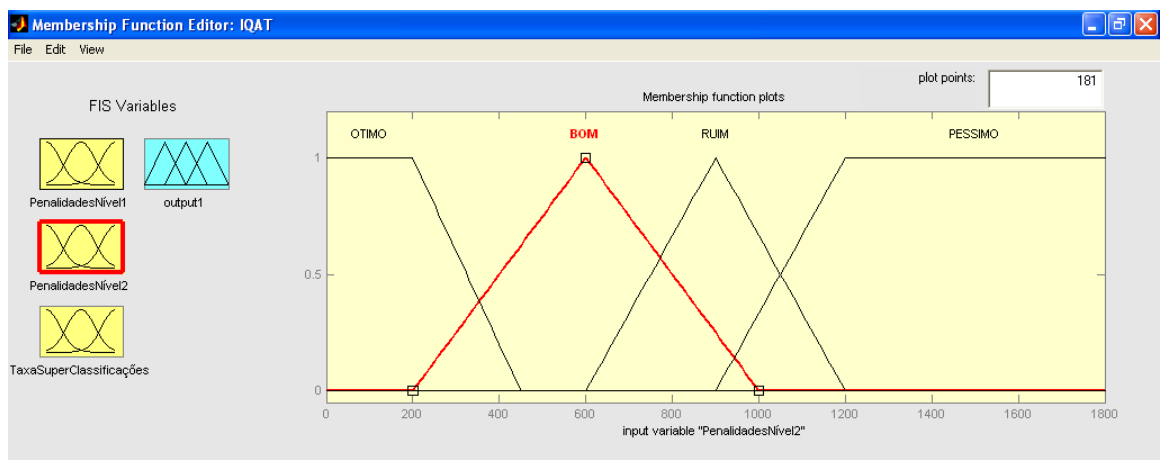


Figura 29 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável linguística “Penalidades Nível 2”



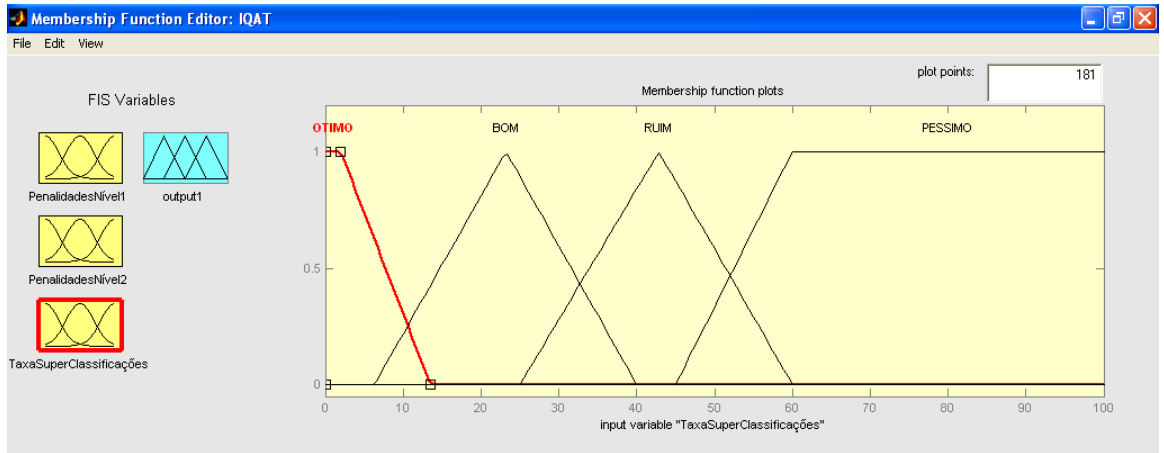


Figura 30 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Taxa de Super-classificações”

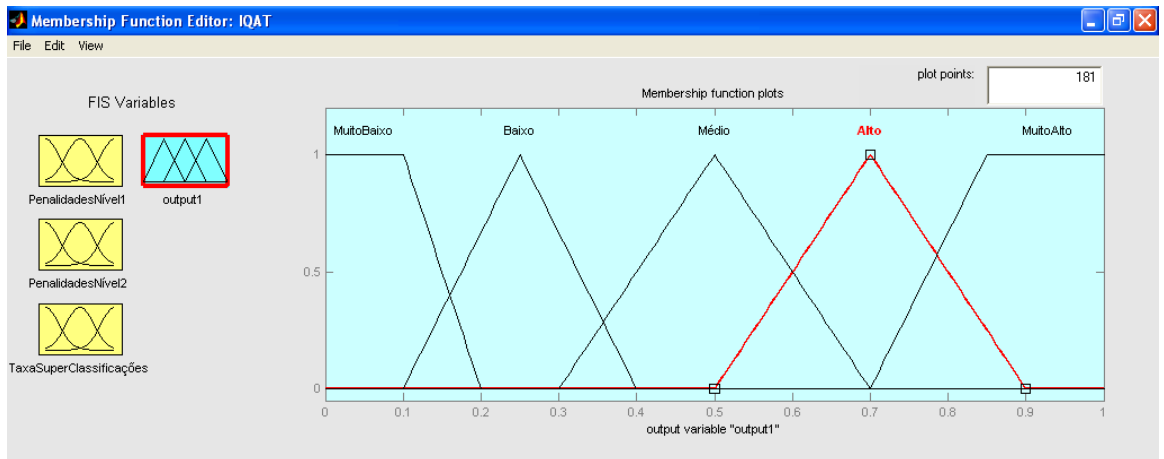


Figura 31 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística de saída “Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT)”

O cálculo do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem para todas as equipes encontra-se descrito no anexo D.

## CAPÍTULO 9 - APLICAÇÃO DO MODELO

Este capítulo mostra o planejamento e os resultados da implementação computacional, a setagem dos experimentos, assim como, o levantamento dos dados necessários que servirão de ponto de partida para a experimentação dos modelos descritos no capítulo 7. O planejamento e a organização em forma de tuplas estão contidos no anexo C.

### 9.1 COLETA DE DADOS PARA O MODELO COMPUTACIONAL

A próxima etapa, após a construção do modelo, e anterior à implementação, corresponde ao levantamento de dados, para que seja possível realizar as experimentações, e, verificar o comportamento do modelo num ambiente virtual. Para isso, os dados foram obtidos junto a diversas fontes, tais como: registros históricos, profissionais que trabalham no hospital e o grupo de estudos da Coppe/UFRJ no hospital.

#### 1 - Taxa de chegada de pacientes

A obtenção dos dados de chegada é de fundamental importância para a construção do modelo. Serão usados dados históricos levantados pelo grupo de pesquisa da COPPE no hospital. As chegadas de pacientes podem ser de dois tipos: por ambulância, carro particular e caminhando. Foi estimado que no período de maior procura, entre 0830 hrs e 1600 hrs, cerca de 175 pacientes, em média, são recebidos por dia pelo setor de emergência.

#### 2 - Proporção dos pacientes em função da real classificação de risco

Não existem registros específicos da quantidade de pacientes classificados nos diferentes graus de risco. No entanto, foram obtidos dados históricos de enfermidades que permitiram uma divisão proporcional de gravidade. Para determinarmos as outras classificações de risco, contamos com a ajuda de profissionais que associaram cada doença, ou dano a uma classificação de risco. A decisão foi baseada na experiência profissional, e de acordo com a severidade típica de cada caso. Os casos de risco 3, 4 e 5 foram considerados de baixa complexidade, e divididos em parcelas de aproximadamente 25% cada, os casos de média complexidade, que correspondem ao nível de risco 2, englobam cerca de 23,6% de

todos os casos, enquanto os de alta complexidade são os de nível 1, com apenas 1,24%.

<b>Dano ou doença</b>	<b>Baixa complexidade</b>	<b>Média Complexidade</b>	<b>Alta Complexidade</b>
Acidentes com animais		64	
Acidente de transporte		76	
Agressão		65	
corpo estranho no olho		146	
corpo estranho no ouvido		38	
corpo estranho no trato digestivo		25	
dor abdominal		136	
dor de cabeça	83		
dor de dente	15		
dor de garganta	91		
dor de ouvido	258		
dor no torax		27	
Febre	627		
Ferimento	316		
mal estar geral	397		
vomito	110		
queda		289	
queimadura		17	
Troca de sonda vesical	6		
Falta de ar		130	
pressão alta	66		
dor no oíno	453		
abscesso	62		
sangramento	210		
alergia	89		
diarréia	37		
Tosse	36		
Dor	1033		
Outras doenças ou dano físico	198		
Trauma		270,4	67,6
Total	4087	1283,4	67,6
Percentual	75,16%	23,60%	1,24%

Figura 32 : Risco por dano ou doença

Fonte: HUAP

A figura 32 acima mostra a distribuição por níveis de severidade.

### 3 - Tempos de atendimento das fases do procedimento

A obtenção dos dados de tempo de atendimento de pacientes constituiu-se uma tarefa difícil, pois, além da ausência de dados históricos, diferentes opiniões trazem um pouco de incerteza. Foram realizadas entrevistas, para obter informações perto da realidade. Os profissionais estimaram os tempos de atendimento com uma boa aproximação. Com isso, foram determinados os tempos mínimo, máximo e esperado para atendimento em cada fase do algoritmo, para serem adaptados aos dois modelos testados. Frequentemente usada, em situações onde a disponibilidade de dados não é muito grande para uma análise estatística, a distribuição triangular foi adotada.

A Tabela 1 abaixo mostra a distribuição dos tempos de atendimento em segundos.

Tabela 1 : Distribuição de tempo de atendimento por fase

Fonte : HUAP

Tarefa	Distribuição	Tipo	Tempo de atendimento (minutos)		
			Mínimo	Esperado	Máximo
FASE A	$DT_A$	triangular	0.67	1	1.33
FASE B	$DT_B$	triangular	0.67	1	1.33
FASE A e B * (modelo agregado)	$DT_{AB}$	triangular	1.33	2	2.67
FASE C	$DT_C$	triangular	0.67	1	1.33
FASE D	$DT_D$	triangular	3	4	5
FASE C e D * (modelo agregado)	$DT_{CD}$	triangular	3.67	5	6.33

### 4 - Distribuições de tempo de atendimento e número de leitos por nível de risco

Os dados de tempo de atendimento em setores posteriores à classificação de risco foram levantados por Moraes (2006), e validados por profissionais do hospital. A tabela 2 mostra a distribuição desses tempos, e a configuração de servidores (leitos ou médico) disponíveis por setor de atendimento. Este tempo também é importante, como parâmetro de entrada, pois influi na permanência do paciente dentro do procedimento de triagem.

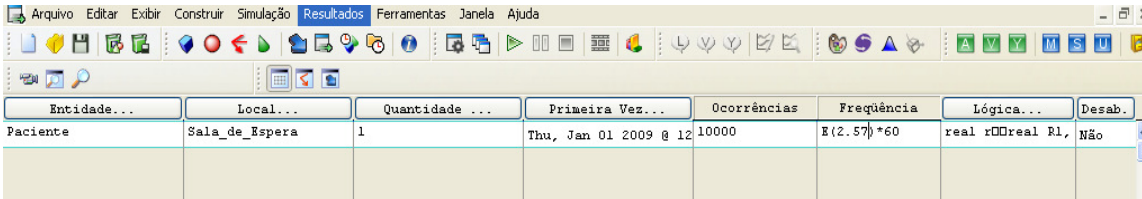
Tabela 2 : Distribuição de tempo de atendimento e de leitos por nível de risco

Fonte : HUAP

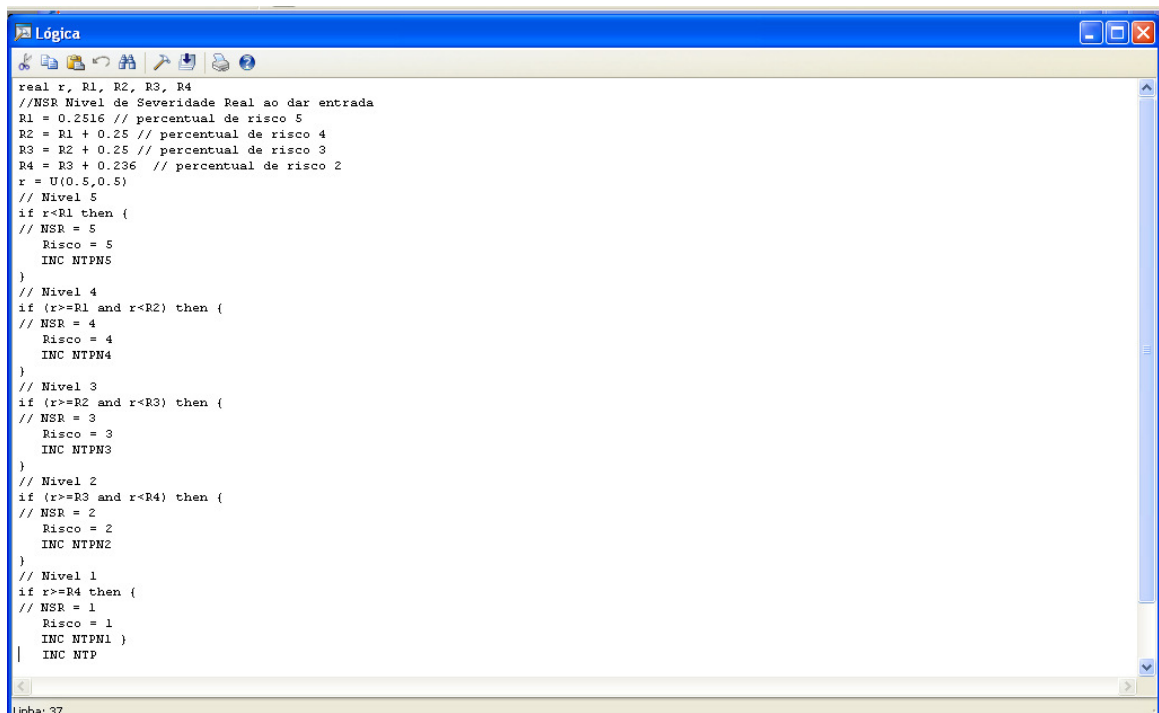
Área da Emergência	Servidores	Quantidade	Tempos (min)
Setor de Nível 1	Leitos	3	Uniforme (30,90)
Setor de Nível 2	Leitos	9	Uniforme (20,240)
Setor de Nível 3	Leitos	9	Uniforme (10,360)
Setor de Nível 4	Leitos	3	Uniforme (10,120)
Setor de Nível 5	Médico	1	Uniforme (10,60)

## 9.2 SETAGEM DO MODELO COMPUTACIONAL DA SIMULAÇÃO

Os modelos da simulação descritos conceitualmente no capítulo 7 foram implementados pelo software Promodel, módulo MedModel versão 7.5 da Promodel® Corporation. Antes de iniciar o processo de simulação é necessário informar ao simulador uma série de parâmetros. Inicialmente temos de estabelecer o número de corridas. Para determinar esse número efetuamos várias corridas, variando o número de pacientes de cem, duzentos, quinhentos, mil, e daí em diante, somando mil ao número anterior, até vinte mil. De acordo com a distribuição da proporção de pacientes em função da real classificação de risco citada no item 2, a subrotina da figura 33 gerou pacientes um a um, atribuindo-lhes um valor numérico equivalente ao seu risco. Os valores totais das variáveis correspondentes foram levantados a cada corrida, até que a proporção gerada estivesse estabilizada com valores próximos da distribuição real, independentemente de alteração no número de corridas. Verificamos que para dez mil pacientes a proporção gerada ficava praticamente estável em relação à corrida anterior, com isso este número de corridas foi estabelecido para cada teste. O período analisado corresponde ao de maior procura conforme estabelecido no item 1, com uma chegada de paciente para cada 2.57 minutos.



Entidade...	Local...	Quantidade ...	Primeira Vez...	Ocorrências	Frequência	Lógica...	Desab.
Paciente	Sala_de_Espera	1	Thu, Jan 01 2009 @ 12	10000	E(2.57)*60	real rDreal R1,	Não



```
real r, R1, R2, R3, R4
//NSR Nivel de Severidade Real ao dar entrada
R1 = 0.2516 // percentual de risco 5
R2 = R1 + 0.25 // percentual de risco 4
R3 = R2 + 0.25 // percentual de risco 3
R4 = R3 + 0.236 // percentual de risco 2
r = U(0.5,0.5)
// Nivel 5
if r<R1 then (
// NSR = 5
Risco = 5
INCR NTPN5
)
// Nivel 4
if (r>=R1 and r<R2) then (
// NSR = 4
Risco = 4
INCR NTPN4
)
// Nivel 3
if (r>=R2 and r<R3) then (
// NSR = 3
Risco = 3
INCR NTPN3
)
// Nivel 2
if (r>=R3 and r<R4) then (
// NSR = 2
Risco = 2
INCR NTPN2
)
// Nivel 1
if r>=R4 then (
// NSR = 1
Risco = 1
INCR NTPN1 )
|
INCR NTP
```

Figura 33 : Setagem e Subrotina Geradora de Risco Real

Para, primeiramente emular os agentes condutores do procedimento, e os pacientes que chegam à emergência do hospital, as entidades sociais correspondentes foram criadas dentro do programa para que as interações entre eles pudessem ser simuladas computacionalmente. Em seguida foram construídos dentro do programa os locais de atuação dos agentes, tomando-se em conta todo o processo de admissão, desde a chegada a uma sala de espera, passando pela recepção e, então pelos locais de encaminhamento interno, correspondentes ao procedimento de classificação de risco, fases A, B, C e D, e locais de encaminhamento externo, correspondentes ao atendimento de pacientes classificados como nível 1, 2, 3, 4 e 5. Por último, foram construídas, para os modelos de classificação de risco em cinco níveis completo e agregado, todas as possibilidades de encaminhamento, incluindo classificações, avaliações e reclassificações dentro do modelo. A figura 34 mostra o “layout” do modelo computacional.

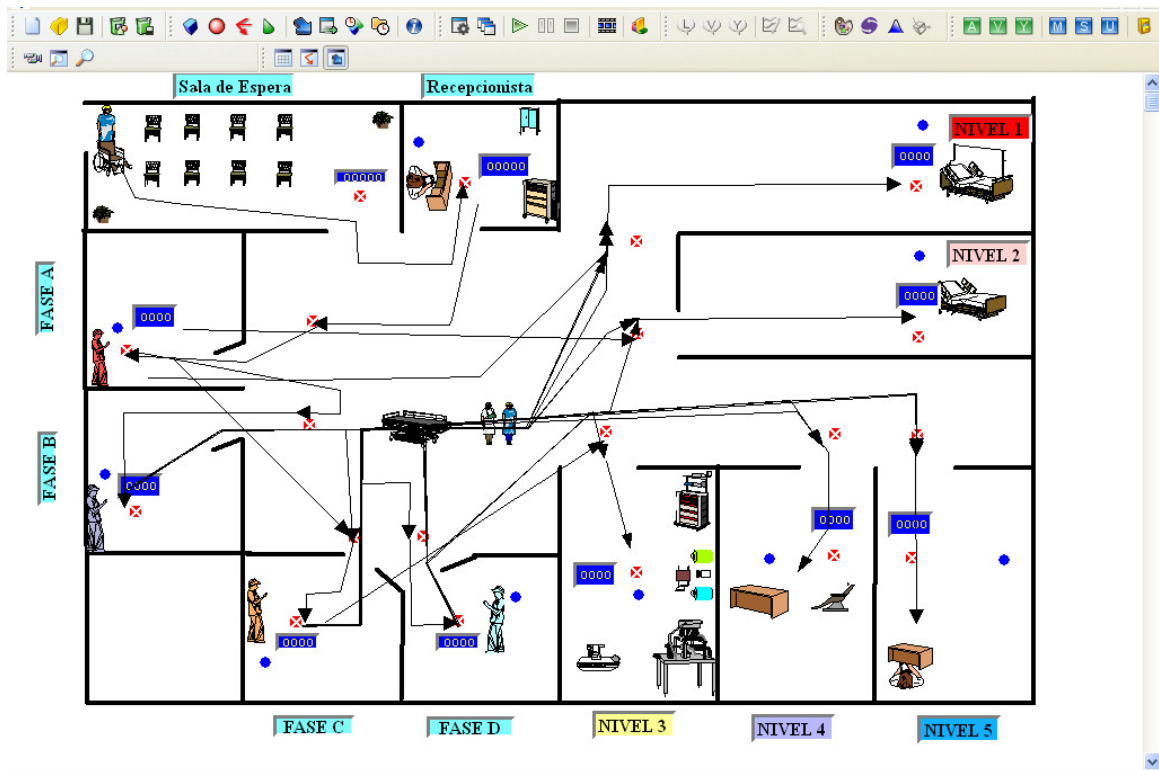


Figura 34: Entidades, Locais e Possibilidades de Roteamento

Em seguida foram criadas as operações correspondentes a todas as interações entre os agentes e o meio ambiente, refletindo os modelos descritos, de modo a permitir as interações entre os agentes, e a emulação das decisões de encaminhamentos baseadas nos IQ e em heurísticas pré-estabelecidas, além do cálculos de todas as variáveis de interesse. A figura 35 mostra as operações e um exemplo para a lógica de operação da fase A.

Uma vez definidas as operações, as subrotinas que calculam o tempo de cada fase foram estabelecidas, de acordo com a idéia da introdução da influência do índice de qualificação sobre a duração da fase. A figura 36 mostra as subrotinas para as fases, e um exemplo para fase A.

Entidade...	Local...	Operação...
Paciente	Sala_de_Espera	// FASE A não julga N3/N4/NSCO// Fase B idêntica (com re
Paciente	Recepção	// O Paciente é recebido pela recepcionista.
Paciente	Fila_Fase_A	
Paciente	Fase_A	// Incluída a possibilidade de FASE A e B AGREGADAS com r
PacienteCN1	Fila_Nivel_1	
PacienteCN1	Local_Nivel_1	WAIT U(30,90)*60
Paciente	Fila_Fase_B	
Paciente	Fase_B	// Checar dados sobre o paciente obtidos na fase A (corre
PacienteCN2	Fila_Nivel_2	IF ((TempoB < 600) AND ((TempoB + 60) > 600) AND (Risco =
PacienteCN2	Local_Nivel_2	WAIT U(30,90)*60
Paciente	Fase_C	// Checar dados sobre o paciente obtidos na fase B (corre
PacienteCN4	Fila_Nivel_4	
PacienteCN4	Local_Nivel_4	WAIT U(10,120)*60
PacienteCN5	Fila_Nivel_5	
PacienteCN5	Local_Nivel_5	WAIT U(10,60)*60
Paciente	Fila_Fase_C	
Paciente	Fase_D	
PacienteCN3	Local_Nivel_3	// Checar dados sobre o paciente obtidos na fase C (corre
PacienteCN3	Fila_Nivel_3	WAIT U(10,360)*60

```

// Incluída a possibilidade de FASE A e B AGREGADAS com roteamentos correspondentes
// Levantar dados sobre o paciente (rápido histórico e sintomas)
// Realizar testes com paciente para critérios de severidade da fase A;
// Avaliar paciente sob critérios de severidade da fase A;
// Atribuir nível de severidade ao paciente
// Encaminhar paciente para fase B do algoritmo ou para setor 1 de atendimento.
// Risco,NatribuidoA,IQA doagente,DT,TempoA
int NatribuidoA // Criar variavel local NatribuidoA do nível de severidade atribuido na fase A
real sorteioA // Criar variavel para sorteio na fase A
real IQA// Criar variavel Índice de Qualificação Agente Fase A
IQA = 0.332
real tempofaseA//Criar variavel real tempofaseA. Retirar valor da distribuição e aplicar algoritmo de desvio
tempofaseA = calculatempofaseA(IQA) // (chamar subrotina para cálculo aplicando o IQA)
USE 1 AgFase_A FOR tempofaseA
TempoA = tempofaseA + 24 // TempoA é atributo do paciente é tempo da fase A + o da fila da Fase A
// Teste com probabilidade(IQA) :
sorteioA = U(0.5,0.5)
if (sorteioA <= IQA) then
{
NatribuidoA = Risco // Agente A acerta diagnóstico
if NatribuidoA = 1 then { // Encaminha fila nível 1
INC N1CN1A
TN1CN1A = TN1CN1A + TempoA
if (TempoA > 120) then
{
INC MORTEN1
}
ROUTE 1
}
else {
ROUTE 2
} // se NatribuidoA = 2,3,4,5 encaminha para Fila fase B
}
if (sorteioA > IQA) then // SE sorteioA > IQA // Agente A erra diagnóstico, atribui NS incorreto,encaminhando paciente para lugar diferente
{
if (Risco = 1) then { // Encaminha Incorretamente para fase B,
ROUTE 2
}
else if (Risco = 2) then {
INC N2CN1A
INC MORTESP2
INC NCSuper
if (TempoA > 600) then
{
INC MORTEN2
}
ROUTE 1 // se NSR = 2 encaminha fila nível 1
} else if (Risco = 3 OR Risco = 4 OR Risco = 5) then { // senão também encaminha para fila nível 1
if (IQA<=0.3)then{ // Só manda para fila N1 se for muito ruim - Abaixo de 0.3
INC N345CN1A
INC RPSuper12EV345
INC NCSuper
ROUTE 1
}
else {
ROUTE 2 // Senão vñõ para Fase B
}
}
}
}

```

Figura 35: Operações Correspondentes às Interações e Exemplo para Fase A



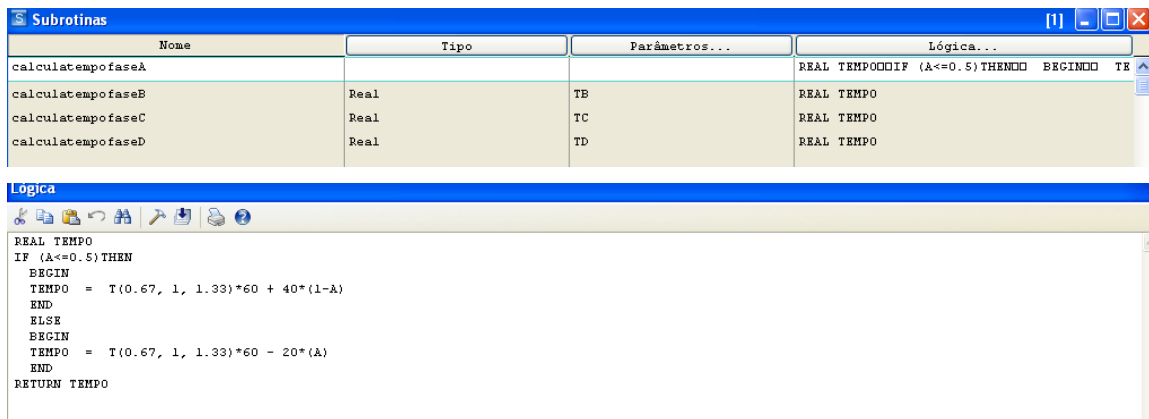


Figura 36: Subrotinas para Cálculo do Tempo das Fases e Exemplo para Fase A

O último passo para setagem e construção do modelo computacional é a lógica de finalização, que mostra o cálculo de algumas variáveis de interesse, não obtidas diretamente pela simulação, mas que também encontram-se descritas no anexo B. A figura 37 mostra essa lógica.

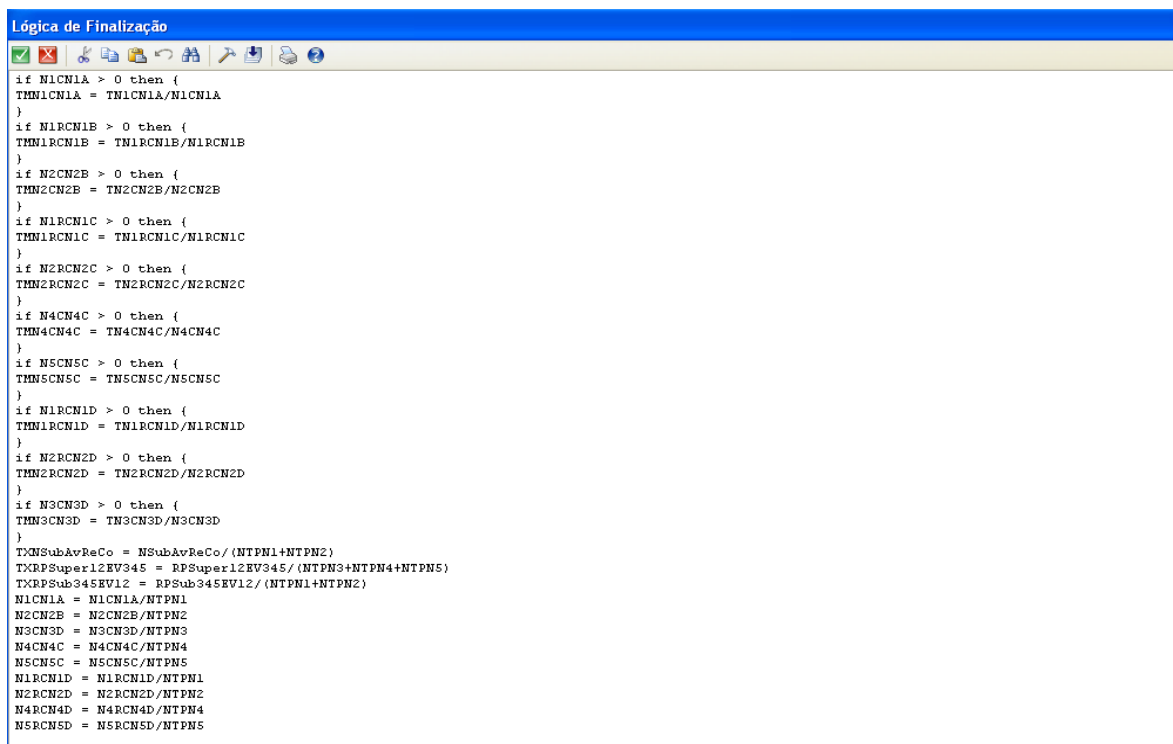


Figura 37 : Lógica de Finalização

### 9.2.1 VARIÁVEIS E PARÂMETROS DO MODELO COMPUTACIONAL

A metodologia de cálculo para as variáveis necessárias à síntese dos indicadores de qualidade, definidos de acordo com os critérios dos especialistas, encontra-se no anexo B. Variáveis globais, locais, e parâmetros de entrada são definidos para permitir o cálculo do valor desses indicadores, assim como, para estabelecer as condições necessárias para que a dinâmica da simulação transcorra de forma coerente com a lógica do modelo conceitual escolhido. Apenas algumas das variáveis serão aproveitadas para cálculo dos indicadores de qualidade, entretanto, todas as variáveis usadas no modelo estão citadas. Desta forma, análises distintas poderão ser feitas no futuro, com o mesmo modelo de simulação.

Variáveis Globais :

- Número total de pacientes;
- Número total de pacientes de cada nível real de risco (N1 a N5);
- Número de casos de sub-classificação;
- Número de casos de super-classificação;
- Número de pacientes com revisão após a classificação de risco (super-classificados no grupo de alta gravidade, como nível 1 ou 2, em vez do grupo de média ou baixa gravidade, como nível 3, 4 ou 5);
- Número de pacientes com revisão após a classificação de risco (sub-classificados no grupo de média ou baixa gravidade, como nível 3, 4 ou 5, em vez do grupo de alta gravidade, como nível 1 ou 2);
- Número de casos subavaliados dentro do sistema, e reclassificados corretamente;
- Número de casos de morte de pacientes de nível de risco real 1 que, embora corretamente encaminhados, excederam o tempo limite para este nível;

- Número de casos de morte de pacientes de nível de risco real 2 que, embora corretamente encaminhados, excederam o tempo limite para este nível;

- Número de casos de morte de pacientes de nível de risco real 1, por espera excessiva dentro do sistema, devido a erro de encaminhamento durante o procedimento de classificação de risco;

- Número de casos de morte de pacientes de nível de risco real 2, por espera excessiva dentro do sistema, devido a erro de encaminhamento durante o procedimento de classificação de risco;

Parâmetros da equipe em análise devem ser introduzidos como dados de entrada, para que as variáveis de interesse sejam calculadas. São mostrados a seguir, os parâmetros e algumas variáveis correspondentes a cada fase do modelo completo. Para o modelo agregado, os parâmetros e as variáveis das fases B e D estão contidos nas fases A e C, respectivamente. As demais variáveis, usadas para armazenar informações sobre encaminhamento externo, e tempos de permanência no sistema, encontram-se descritas no anexo B.

### **Chegada e recepção**

A cada entrada de um paciente  $x$  do mundo exterior, uma variável que descreve o estado clínico real do paciente recebe um valor inteiro de 1 a 5, gerado por uma sub-rotina. Esta é baseada na distribuição de pacientes por nível de risco que chegam ao setor de emergência, de acordo com dados históricos, descrita anteriormente. Esta variável será mantida como referência para as quatro fases possíveis, durante toda a replicação. As variáveis correspondentes ao número total de pacientes, e ao número total de pacientes em cada nível real de risco também devem ser incrementadas.

### **FASE A – Julgamento do nível de risco 1**

- Parâmetros introduzidos como dados de entrada na fase A, para a corrida de  $n$  replicações da equipe em análise:

Índice de Qualificação do Agente na Tarefa e  
Distribuição de Tempo da Tarefa

- Variável global usada como entrada para esta fase:

Nível de risco real do paciente x

- Variáveis locais da Fase A:

Nível de risco atribuído na fase A; e

Variável local de tempo da fase A

As variáveis usadas para cálculo e armazenamento nesta fase são descritas no anexo B.

### **FASE B – Julgamento do nível de risco 2**

- Parâmetros introduzidos como dados de entrada, na fase B, para a corrida de n replicações da equipe em análise:

Índice de Qualificação do Agente na Tarefa; e

Distribuição de Tempo da Tarefa

- Variável global usada como entrada para esta fase:

Nível de risco real do paciente x

- Variáveis locais da Fase B:

Nível de risco atribuído na fase B; e

Variável local de tempo da fase B

As variáveis usadas para cálculo e armazenamento nesta fase são descritas no anexo B.

### **FASE C – Julgamento da Quantidade de Recursos (níveis de risco 3, 4 e 5)**

- Parâmetros introduzidos, como dados de entrada, na fase C, para a corrida de n replicações da equipe em análise:

Índice de Qualificação do Agente na Tarefa; e

Distribuição de Tempo da Tarefa

- Variável global usada como entrada para esta fase:

Nível de risco real do paciente x

- Variáveis locais da Fase C:

Nível de risco atribuído na fase C; e

Variável local de tempo da fase C

As variáveis usadas para cálculo e armazenamento nesta fase são descritas no anexo B.

**FASE D – Julgamento baseado na verificação de sinais vitais (Confirmação de nível de risco 3, ou reclassificação de nível de risco 2)**

- Parâmetros introduzidos, como dados de entrada, na fase D, para a corrida de n replicações da equipe em análise:

Índice de Qualificação do Agente na Tarefa; e

Distribuição de Tempo da Tarefa;

- Variável global usada como entrada para esta fase:

Nível de risco real do paciente x

- Variáveis locais da Fase D:

Nível de risco atribuído na fase D; e

Variável local de tempo da fase D

As variáveis usadas para cálculo e armazenamento nesta fase são descritas no anexo B.

O planejamento e organização da simulação com a ajuda de tuplas (incluindo as rotinas operacionais de cada fase do algoritmo), a dinâmica da simulação do ponto de vista das tuplas, e sua composição estão descritos no anexo C. Eles serão usados no plano de experimentos da simulação do fluxo de pacientes.

### 9.3 PLANO DE EXPERIMENTOS

#### 9.3.1 PLANO PARA O MODELO DE CÁLCULO DOS IQ

As qualificações individuais descritas no capítulo 8, os vetores de dados correspondentes para entrada no modelo agregador de cálculo dos índices de qualificação (IQ) do agente em dada tarefa específica levantados, e as saídas deste modelo, encontram-se listados nas tabelas abaixo. Os grupos difusos, as funções de pertinência, a implementação do modelo de lógica difusa para composição dos índices de qualificação individual e o seu cálculo final com os dados correspondentes estão descritos no anexo D.

Tabela 3 : Valores e Resultados para Qualificação Individual - Fase A

Critérios de Qualificação	Formação (anos)	Tempo Hosp (anos)	Tempo CR (meses)	Anamnese	SupBas	Decisor
Agente 1	18	15	23	9	9	9
Agente 2	15	10	8	8	8.5	6.5
Agente 4	9	11	5	7	6	5
Índices de Qualificação						
Agente 1	0.891					
Agente 2	0.502					
Agente 4	0.332					

Tabela 4 : Valores e resultados para Qualificação Individual - Fase B

Critérios de Qualificação	Formação (anos)	Tempo Hosp (anos)	Tempo CR (meses)	Anamnese	SupBas	Decisor
Agente 1	18	15	23	9	9	9
Agente 2	15	10	8	8	8.5	6.5
Agente 3	12	2	2	8.5	8.5	5
Agente 4	9	11	5	7	6	5
Índices de Qualificação						
Agente 1	0.891					
Agente 2	0.502					
Agente 3	0.302					
Agente 4	0.332					

Tabela 5 : Valores e resultados para Qualificação Individual - Fase C

Critérios de Qualificação	Formação (anos)	Tempo Hosp (anos)	Tempo CR (meses)	Anamnese	SupBas	ITE	Decisor
Agente 1	18	15	23	9	9	7.5	9
Agente 3	12	2	2	8.5	8.5	9	5
Agente 5	10	1	4	7	7	4	6
Agente 6	14	15	32	8.5	8	8	7
Índices de Qualificação							
Agente 1	0.880						
Agente 3	0.350						
Agente 5	0.319						
Agente 6	0.700						

Tabela 6 : Valores e resultados para Qualificação Individual - Fase D

Critérios de Qualificação	Formação (anos)	Tempo Hosp (anos)	Tempo Tr (meses)	Anamnese	SupBas	ITE	Decisor
Agente 1	18	15	23	9	9	7.5	9
Agente 5	10	1	4	7	7	4	6
Agente 6	14	15	32	8.5	8	8	7
Índices de Qualificação							
Agente 1	0.880						
Agente 5	0.319						
Agente 6	0.700						

### 9.3.2 PLANO DA SIMULAÇÃO

Os modelos completo (C) e agregado (A) descritos no capítulo anterior foram analisados para diferentes equipes. Por exemplo, a primeira composição testada para o modelo agregado será identificada como equipe A1, a primeira composição testada para o modelo completo será identificada como equipe C1, e assim por diante.

Para permitir comparação com as equipes testadas foram criadas quatro equipes balisadoras, duas para o modelo completo (CE e CP) e duas para o modelo agregado (AE e AP). Estas equipes foram geradas com índices de qualificação idênticos para todos os agentes com objetivo de emular situações onde, todos os agentes da equipe seriam excelentes (índices individuais de 0.95) ou péssimos (índices individuais de 0.1). Elas foram chamadas CE (equipe para o modelo completo com todos os agentes excelentes), CP (equipe para o modelo completo com todos os agentes péssimos), AE (Equipe para o modelo agregado com todos os agentes excelentes) e AP (equipe para o modelo agregado com todos os agentes péssimos). Assim, estas quatro equipes foram testadas, e seus resultados dispostos com as demais equipes. O cálculo dos Índices de Qualidade de Atenção na Triagem para todas as equipes, pode ser visto no anexo D.

Os demais dados para formação das equipes foram retirados das sub-tuplas das tarefas elementares (STTE<sub>i</sub>), do anexo C, tendo como referência as distribuições de tempo (DT<sub>i</sub>) das tarefas acima descritas na tabela 1.

#### Modelo Completo – Quatro Agentes e Quatro Fases

Para o modelo completo, os experimentos serão conduzidos da seguinte forma:

Com,

$n \in \{A, B, C, D\}$

$m \in \{1,2,3,4,5,6\}$



1) Experimento C1

Tabela 7 : Experimento C1 – EQUIPE 1 DO MODELO COMPLETO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A	Agente 1	0,891
B	Agente 2	0,502
C	Agente 3	0,350
D	Agente 5	0,319

2) Experimento C2

Tabela 8 : Experimento C2 – EQUIPE 2 DO MODELO COMPLETO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A	Agente 2	0,502
B	Agente 1	0,891
C	Agente 3	0,350
D	Agente 6	0,700

3) Experimento C3

Tabela 9 : Experimento C3 – EQUIPE 3 DO MODELO COMPLETO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A	Agente 4	0,332
B	Agente 3	0,302
C	Agente 6	0,700
D	Agente 1	0,880

4) Experimento C4

Tabela 10 : Experimento C4 – EQUIPE 4 DO MODELO COMPLETO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A	Agente 4	0,332
B	Agente 2	0,502
C	Agente 5	0,319
D	Agente 6	0,700

5) Experimento CE

Tabela 11 : Experimento CE – EQUIPE E DO MODELO COMPLETO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A	Agente E1	0,95
B	Agente E2	0,95
C	Agente E3	0,95
D	Agente E4	0,95

6) Experimento CP

Tabela 12 : Experimento CP – EQUIPE P DO MODELO COMPLETO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A	Agente P1	0,1
B	Agente P2	0,1
C	Agente P3	0,1
D	Agente P4	0,1

### Modelo Agregado – Dois Agentes e Duas Fases

Para o modelo agregado serão usados os valores correspondentes a:

$$m \in \{1,2,3,4,5,6\}$$

$i, \in \{AB^*, CD^*\}$ , onde \* corresponde à DT para fase agregada da tabela 1, e

Obs: Como as qualificações para as fases A e B são as mesmas, o IQ do agente será o mesmo, o mesmo vale para as fases C e D.

#### 7) Experimento A1

Tabela 13 : Experimento A1 – EQUIPE 1 DO MODELO AGREGADO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A e B	Agente 1	0,891
C e D	Agente 5	0,319

#### 8) Experimento A2

Tabela 14 : Experimento A2 – EQUIPE 2 DO MODELO AGREGADO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A e B	Agente 4	0,332
C e D	Agente 5	0,319

#### 9) Experimento A3

Tabela 15 : Experimento A3 – EQUIPE 3 DO MODELO AGREGADO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A e B	Agente 4	0,332
C e D	Agente 1	0,880

10) Experimento A4

Tabela 16 : Experimento A4 – EQUIPE 4 DO MODELO AGREGADO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A e B	Agente 2	0,502
C e D	Agente 1	0,880

11) Experimento A5

Tabela 17 : Experimento A5 – EQUIPE 5 DO MODELO AGREGADO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A e B	Agente 1	0,891
C e D	Agente 6	0,700

12) Experimento AE

Tabela 18 : Experimento AE – EQUIPE E DO MODELO AGREGADO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A e B	Agente E1	0,95
C e D	Agente E2	0,95

13) Experimento AP

Tabela 19: Experimento AP – EQUIPE P DO MODELO AGREGADO

FASE	IDA <sub>m</sub>	IQ <sub>mn</sub>
A e B	Agente E1	0,1
C e D	Agente E2	0,1

### 9.3.3 PLANO PARA O MODELO DE CÁLCULO DO IQAT

Os indicadores de qualidade descritos no capítulo 8, os vetores de dados correspondentes para entrada no modelo agregador de cálculo dos índices de qualidade de atenção na triagem (IQAT) das equipes, levantados a partir das variáveis de saída da simulação de fluxo do paciente, e, as saídas do modelo agregador de cálculo dos IQAT encontram-se listados nas tabelas abaixo. Os grupos difusos, as funções de pertinência, a implementação do modelo de lógica difusa para composição dos índices de qualidade de atenção na triagem e o seu cálculo final com os dados correspondentes estão descritos no anexo D.

Tabela 20 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE C1

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C1	8	1141	73 %
IQAT	0.331		

Tabela 21 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE C2

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C2	32	1270	50.9%
IQAT	0.311		

Tabela 22 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE C3

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C3	105	1509	73.3%
IQAT	0.079		

Tabela 23 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE C4

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C4	95	1446	74%
IQAT	0.08		

Tabela 24 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE CE

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe CE	1	203	7,07%
IQAT	0,87		

Tabela 25 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE CP

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe CP	141	2321	99,84%
IQAT	0,075		

Tabela 26 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE A1

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A1	20	194	45.8%
IQAT	0.663		

Tabela 27 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE A2

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A2	123	1521	46.25%
IQAT	0.09		

Tabela 28 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE A3

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A3	134	1015	1.52%
IQAT	0.415		

Tabela 29 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE A4

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A4	56	720	1.51%
IQAT	0.621		

Tabela 30 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE A5

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A5	13	85	8.76%
IQAT	0.867		

Tabela 31 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE AE

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe AE	8	4	0,21%
IQAT	0,886		

Tabela 32 : Valores e resultados para Indicadores de Qualidade e IQAT da EQUIPE AP

Indicador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe AP	148	2110	98,01%
IQAT	0.075		

## CAPÍTULO 10 – ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MODELO

### 10.1 ANÁLISE COMPARATIVA

Antes de iniciar a análise das equipes, cabe ressaltar que, a abordagem para análise de desempenho do sistema, com base nos indicadores de qualidade escolhidos, têm como preocupação maior, os problemas envolvendo pacientes com risco mais alto (1 e 2), na forma de: erros de encaminhamento, demoras excessivas dentro do sistema de classificação de risco, e super-classificações de outros tipos de pacientes. Neste último caso, o enfoque é mais indireto, já que a influência negativa pode ser notada, seja pela ocupação de recursos humanos e materiais importantes para tratamento de pacientes de risco 1 ou 2 após a classificação de risco, ou pelo aumento do tempo de espera na fila de saída da classificação de risco.

#### 10.1.1 ANÁLISE DAS EQUIPES PARA O MODELO COMPLETO

As figuras 38, 39 e 40 mostram os valores obtidos para as seis equipes do modelo completo, em cada indicador de qualidade. A figura 41 mostra o valor do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT) para cada equipe testada. A figura 38 mostra as penalidades para o nível 1. Observa-se uma clara distinção entre as equipes. De um lado, o desempenho das equipes C1 e C2 é nitidamente distinto das equipes C3 e C4, devido à proximidade com as equipes CE e CP respectivamente.

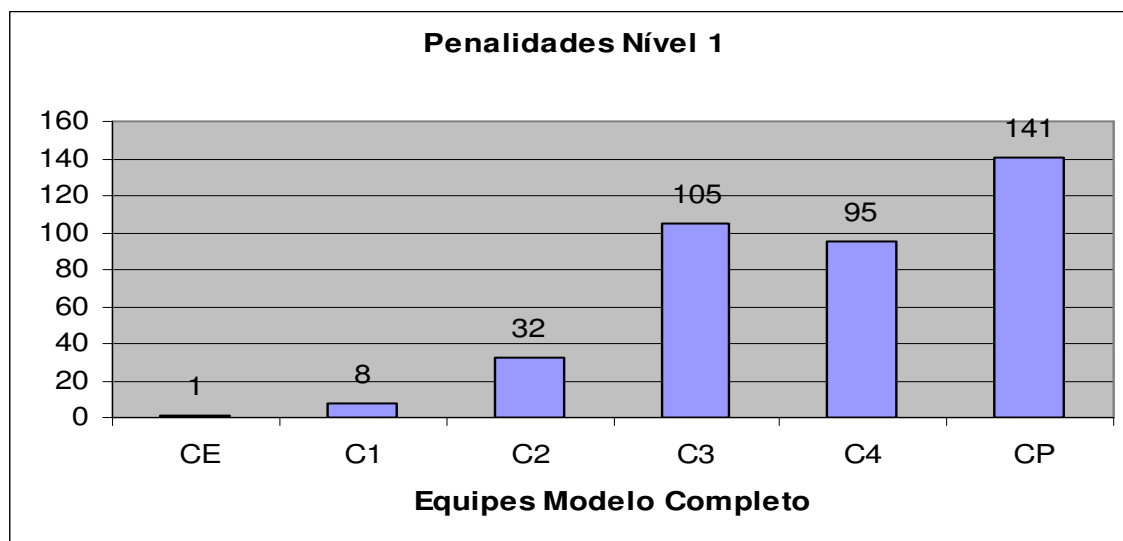


Figura 38: Penalidades de Nível 1 para Equipes do Modelo Completo



A figura 39 mostra as penalidades de nível 2. Novamente, há uma aproximação dos resultados de C1 e C2 com a equipe CE, e das equipes C3 e C4 com a equipe CP.

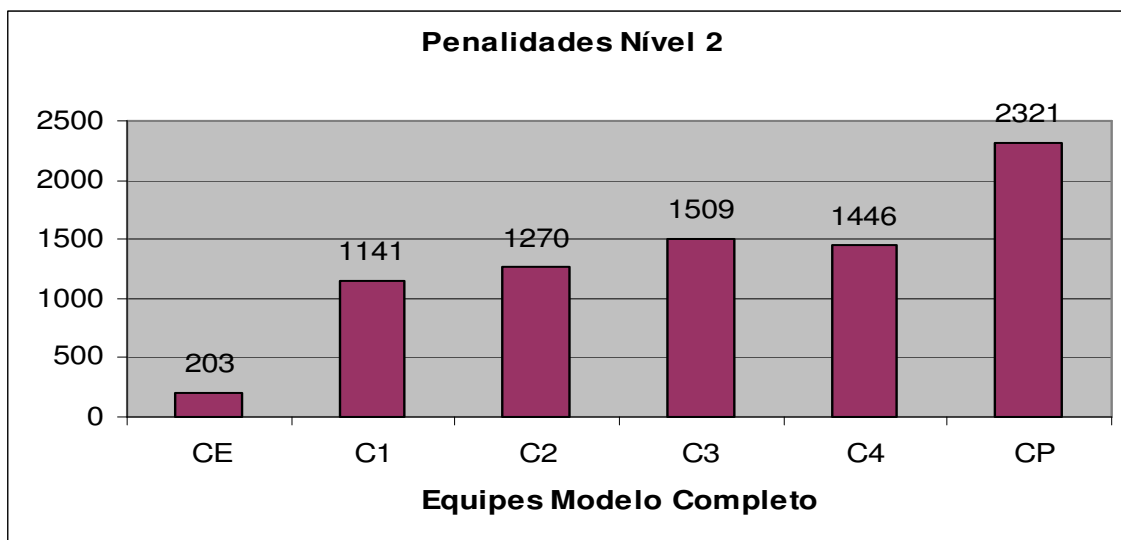


Figura 39: Penalidades de Nível 2 para Equipes do Modelo Completo

A figura 40 mostra as taxas de superclassificação de pacientes. As taxas de superclassificação para todas as equipes estão em níveis muito altos, além dos cinquenta por cento. A equipe C2, mesmo tendo uma alta taxa de superclassificação de pacientes é a que mais se aproxima da equipe ideal CE.

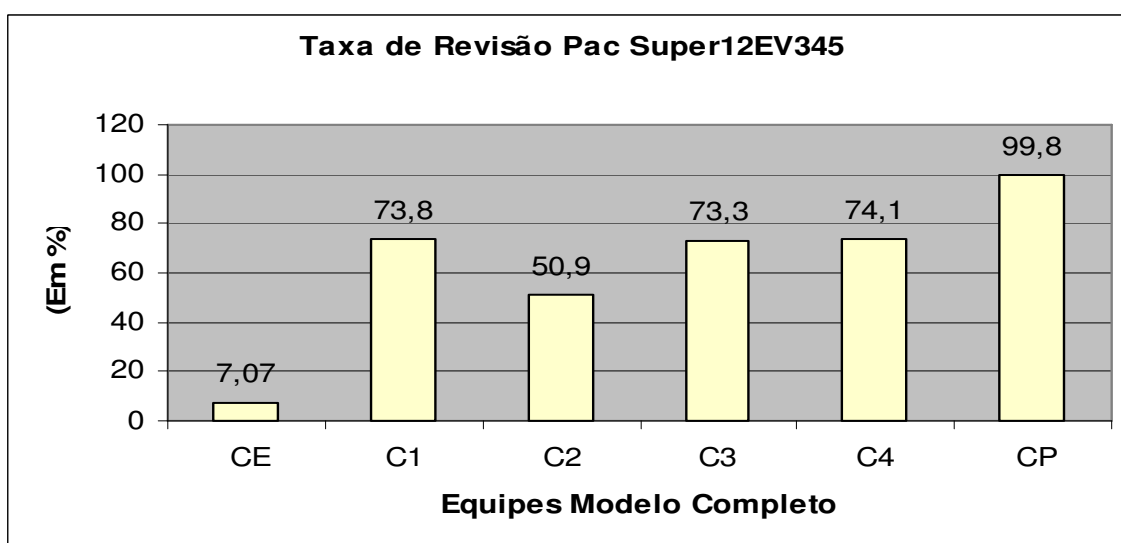


Figura 40 : Taxa de Revisão de Pacientes Super12EV345 para Equipes do Modelo Completo

A figura 41 mostra o valor do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT) para as equipes do modelo completo.

O IQAT calculado a partir dos três critérios mostra uma divisão clara entre dois grupos. Por um lado as equipes C3 e C4 tiveram um desempenho próximo da equipe CP, enquanto que as equipes C1 e C2 tiveram um desempenho melhor, todavia, ainda muito abaixo da equipe CE.

Caso este modelo seja adotado, não há clara distinção entre as equipes C1 e C2, embora a equipe C1 tenha uma ligeira superioridade sobre a equipe C2. As composições correspondentes às equipes C3 e C4 devem ser evitadas.

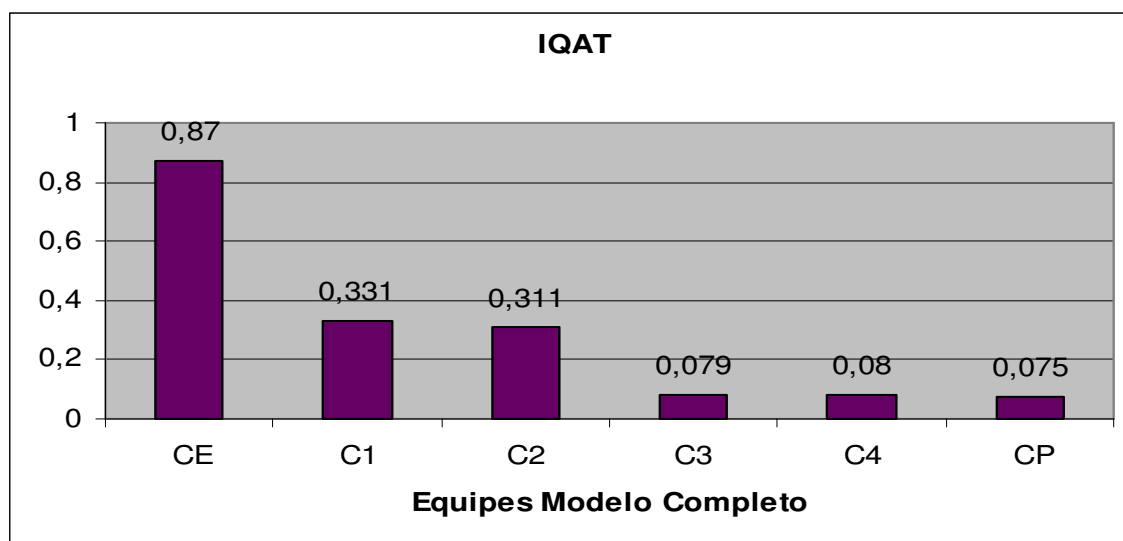


Figura 41: Índice de Qualidade de Atenção na Triagem para Equipes do Modelo Completo

### 10.1.2 ANÁLISE DAS EQUIPES PARA O MODELO AGREGADO

As figuras 42, 43 e 44 mostram os valores obtidos para as sete equipes do modelo agregado, em cada indicador de qualidade. A figura 45 traz o valor do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT) para cada equipe testada.

A figura 42 mostra as penalidades de nível 1. Observa-se uma clara distinção entre o desempenho das equipes A1 e A5, e o das equipes A2 e A3, devido à proximidade com as equipes AE e AP, respectivamente, enquanto que a equipe A4 ocupa uma posição intermediária.

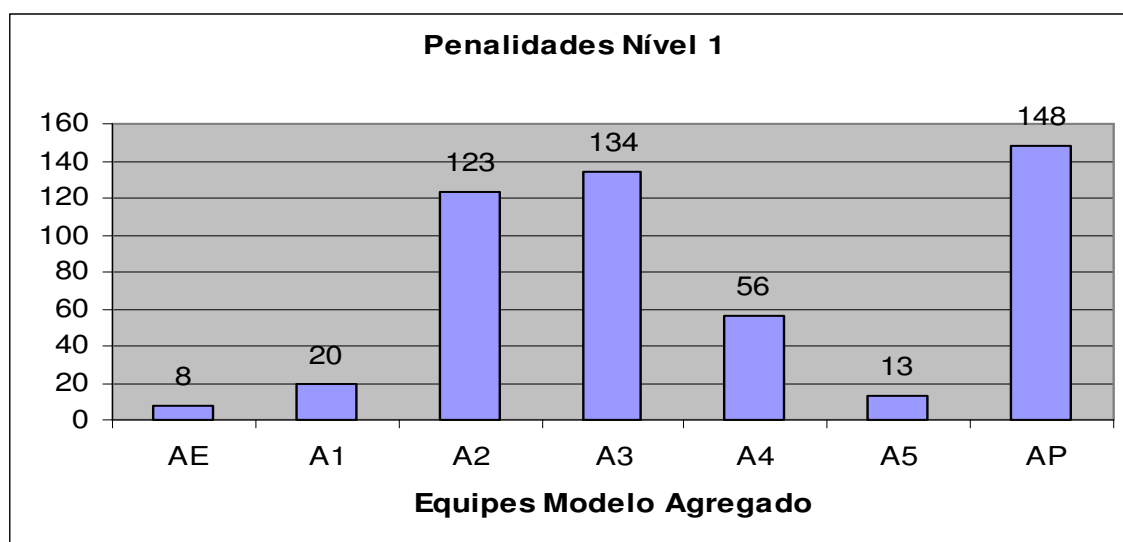


Figura 42: Penalidades de Nível 1 para Equipes do Modelo Agregado

A figura 43 mostra as penalidades de nível 2. Observa-se, tal como no indicador de penalidades de nível 1, que há uma clara distinção entre o desempenho das equipes A1 e A5, e o das equipes A2 e A3, devido à proximidade com as equipes AE e AP, respectivamente. Aqui, a equipe A4 também ocupa uma posição intermediária.

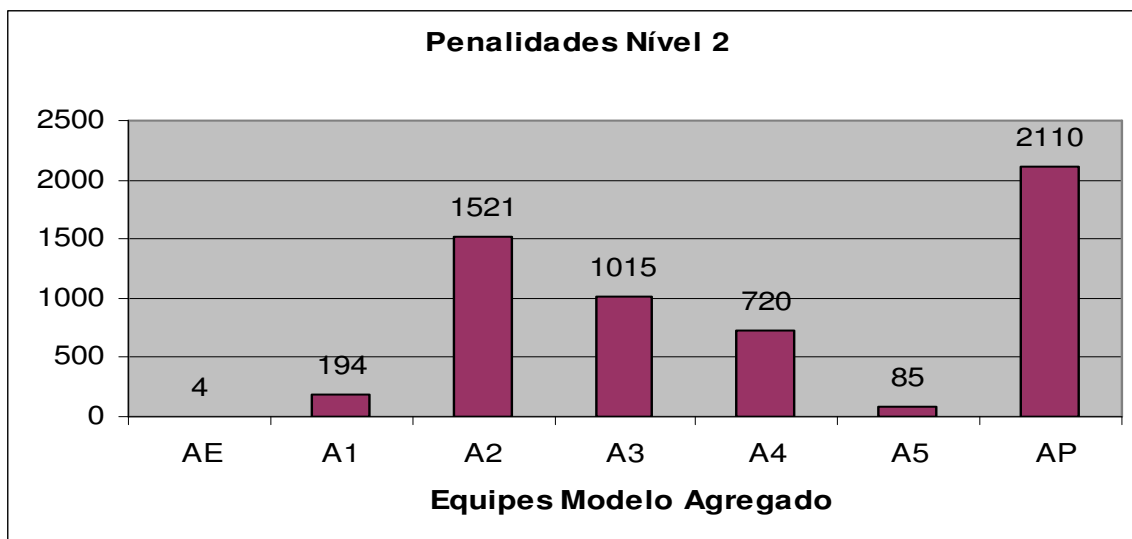


Figura 43 : Penalidades de Nível 2 para Equipes do Modelo Agregado

A figura 44 mostra as taxas de superclassificação de pacientes. As taxas de superclassificação para todas as equipes do modelo agregado estão abaixo de cinquenta por cento. O desempenho das equipes do modelo agregado pode ser observado pela diferença entre as taxas observadas nas equipes A1 e A2, mais próximas da equipe AP, e as observadas nas equipes A3, A4 e A5, mais próximas de AE.

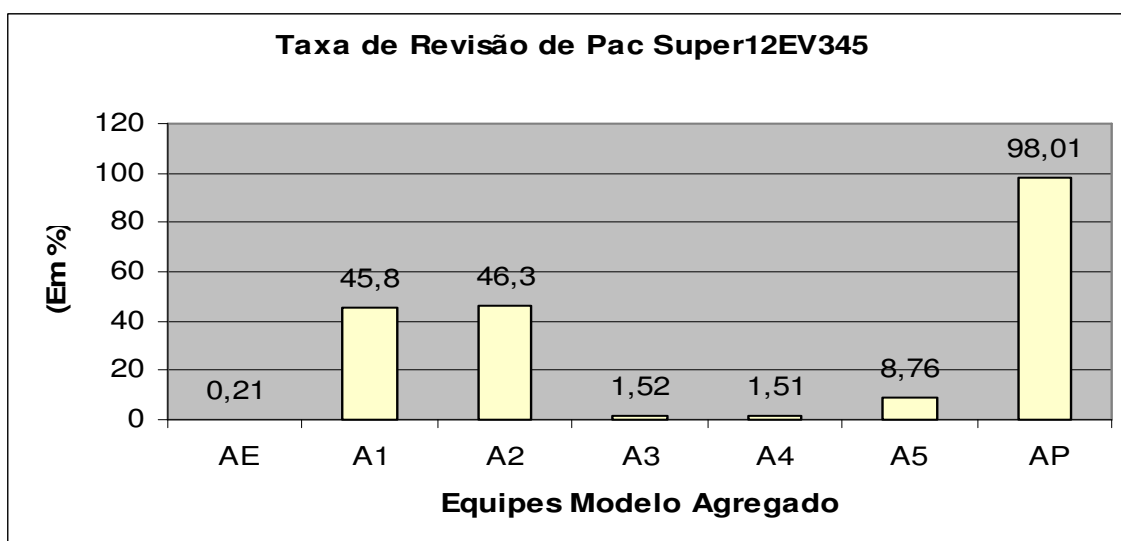


Figura 44 : Taxa de Revisão de Pacientes Super12EV345 para Equipes do Modelo Agregado

A figura 45 mostra o valor do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT) para as equipes do modelo agregado.

O IQAT calculado a partir dos três indicadores de qualidade mostra claramente duas equipes próximas dos extremos. A equipe A5 é a que tem desempenho mais perto da equipe AE, considerada ideal, enquanto que a equipe A2 surge no extremo oposto, mais próxima da equipe AP, considerada péssima. As equipes A1 e A4 se aproximam do mesmo valor sob a análise conjunta dos três indicadores.

Caso este modelo seja adotado, a equipe A5 tem clara vantagem sobre as demais, não havendo distinção entre as equipes A1 e A4. As composições correspondentes às equipes A3, e, principalmente, A2 devem ser evitadas.

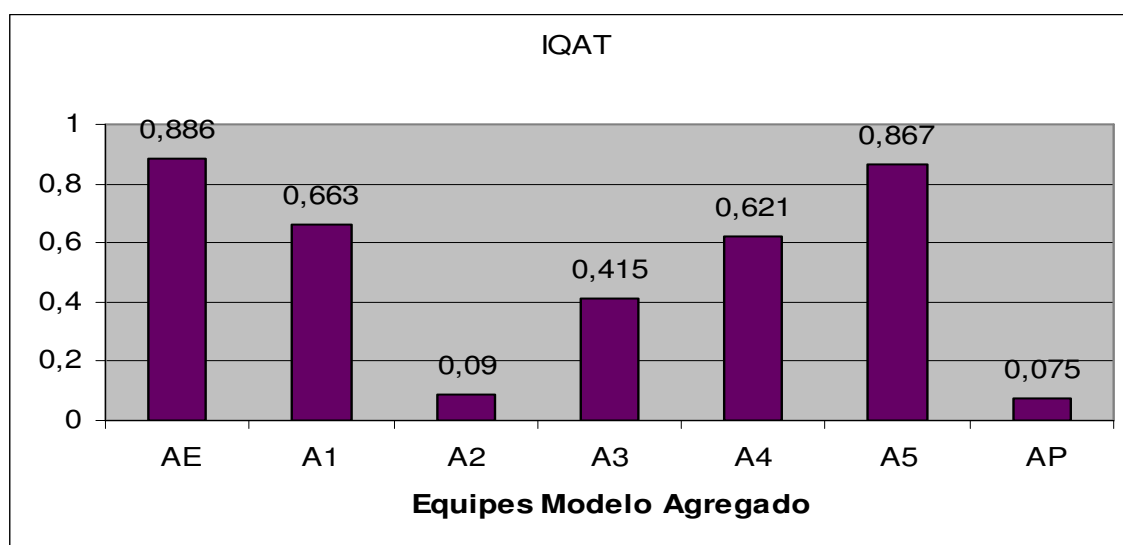


Figura 45: Índice de Qualidade de Atenção na Triagem para Equipes do Modelo Agregado

### 10.1.3 ANÁLISE CONJUNTA DAS EQUIPES

As figuras 46, 47 e 48 mostram os valores obtidos para as treze equipes dos modelo completo e agregado, em cada indicador de qualidade. A figura 49 mostra o valor do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT) para cada equipe testada.

A figura 46 mostra as penalidades de nível 1 e a figura 47 mostra as penalidades de nível 2 para todas as equipes. Os gráficos de penalidades para nível 1 e 2 mostram semelhanças entre as equipes CE e AE por um lado, e entre as equipes CP e AP por outro. Estes resultados podem dar a impressão de igualdade entre os modelos, o que pode ser precipitado.

De um lado, o desempenho das equipes C1, A5 e A1, para as penalidades nível 1, é claramente distinto das demais equipes. O mesmo não ocorre para as penalidades de nível 2, onde as equipes A1 e A5 têm desempenho bem melhor que as demais.

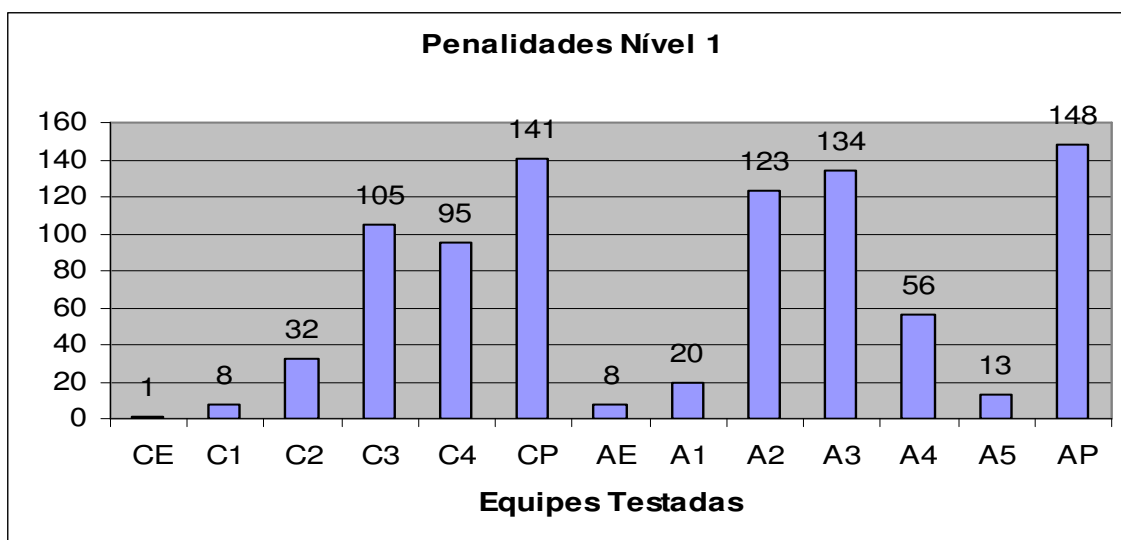


Figura 46 : Penalidades de Nível 1 para Todas as Equipes

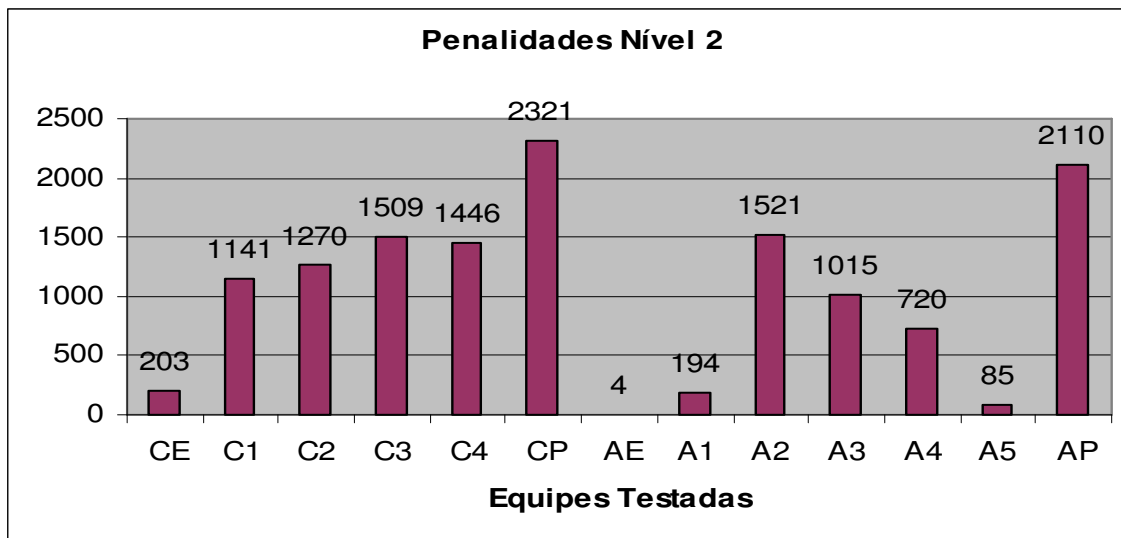


Figura 47 : Penalidades de Nível 2 para Todas as Equipes

A figura 48 mostra as taxas de superclassificação de pacientes para todas as equipes. Todas as equipes do modelo agregado obtiveram taxas menores que a equipe de melhor desempenho neste indicador do modelo completo.

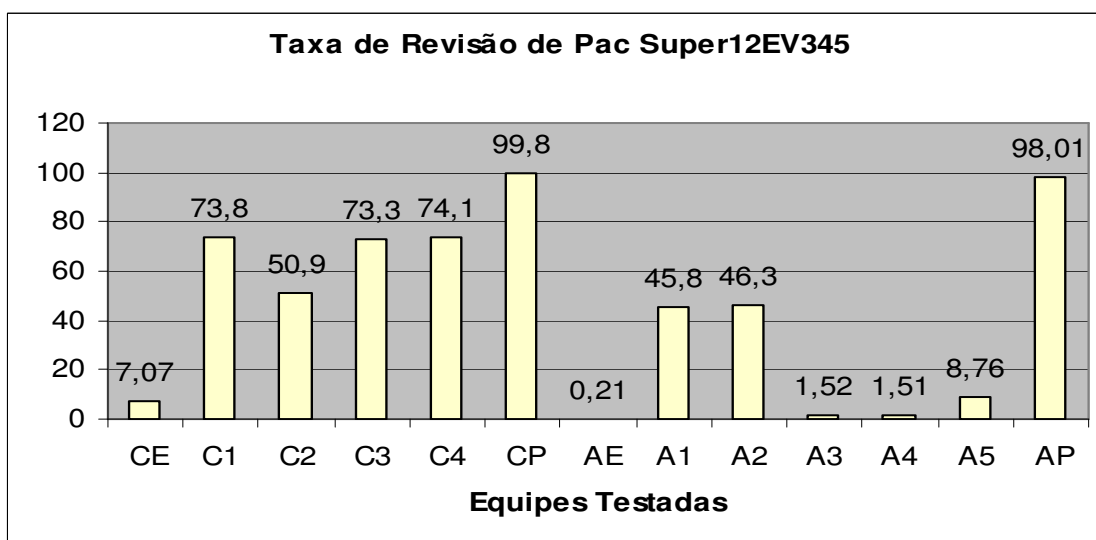


Figura 48: Taxa de Revisão de Pacientes Super12ev345 para Todas as Equipes

A figura 49 mostra o valor do Índice de Qualidade de Atenção na Triagem (IQAT) para todas as equipes.

Na figura que mostra o efeito combinado dos três critérios, através do IQAT, percebe-se que, com exceção da equipe A2, há uma clara superioridade no desempenho das equipes do modelo agregado.

A equipe A5 obteve o maior índice entre todas as equipes, aproximando-se das equipes ideais CE e AE, sendo a mais indicada. Por ordem decrescente seguem as equipes: A1, A4, A3, C1 e C2, As equipes C3, C4 e A2 devem ser evitadas pela proximidade com as equipes AP e CP.

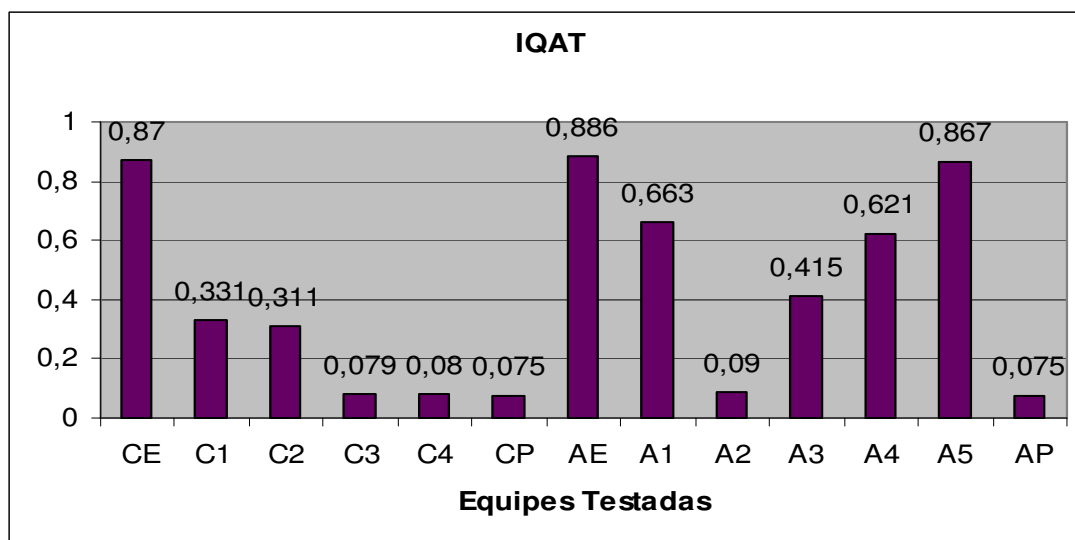


Figura 49 : Índice de Qualidade de Atenção na Triagem para Todas as Equipes

## 10.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 10.2.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO MODELO COMPLETO

As penalidades para nível 1 são bem menores para C1 do que C2, possivelmente, porque o agente para a fase A em C1 tem índice de qualificação maior. Mesmo tendo um agente para fase B menos qualificado, a equipe C1 tem menos erros



de reclassificação nesta fase, pois o número de pacientes de nível real 1 que chegam até a fase B é reduzido.

No caso das penalidades de nível 2 observa-se que, embora a equipe C2 tenha um agente mais qualificado para a fase B, seu agente da fase A é menos qualificado, e, erradamente, classifica mais pacientes de nível real 2, não os enviando para fase B. Em teoria, o que se esperava era uma diminuição nas classificações erradas para pacientes de nível 2 ao colocar-se um agente mais qualificado na fase B, mas, esse efeito é reduzido, por influência do agente menos qualificado da fase A.

As equipes C1 e C2 têm agentes mais qualificados do que os agentes de C3 e C4 nas fases A e B, o que explica, em parte, os resultados das duas últimas serem mais próximos de CP, mesmo tendo agentes mais qualificados nas fases C e D. Isto ocorre pela seguinte razão: embora a probabilidade de correção de erros anteriores aumente para as fases C e D, há um tempo excessivo, dentro do sistema de classificação de risco para os pacientes de nível 1 e 2, que ultrapassa os mínimos desejados, e mantém alto o número de penalidades para essas duas equipes.

As taxas de superclassificação são influenciadas, em especial, pelas qualificações dos agentes das fases C e D. Estes têm a responsabilidade de corretamente encaminhar os pacientes de nível real 3, 4 e 5. Nos casos de altas taxas de superclassificação, o agente C reenvia, incorretamente, muitos pacientes para as filas de nível 1 e 2, e, o agente D recebe muitos pacientes de nível real 3, 4 e 5, encaminhados pelo agente C, e também os envia, incorretamente, para a fila do nível 2. Assim, o efeito global mantém a taxa alta nestes casos.

O IQAT calculado a partir dos três indicadores de qualidade mostra uma divisão clara entre dois grupos. Por um lado, as equipes C3 e C4 tiveram um desempenho próximo da equipe CP, por outro as equipes C1 e C2 tiveram um desempenho melhor, todavia, ainda muito abaixo da equipe CE. Há uma clara influência da qualificação dos agentes das fases A e B. A presença de um agente qualificado em apenas uma dessas fases não é suficiente para melhorar o desempenho da equipe de forma a aproximá-lo da equipe CE. Caso este modelo seja adotado, não há clara distinção entre as equipes C1 e C2, embora a equipe C1 tenha uma ligeira superioridade sobre a equipe C2. As equipes C3 e C4 devem ser evitadas.

## 10.2.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO MODELO AGREGADO

A análise das penalidades nível 1 e 2 mostra equipes com características variadas. Estas penalidades são bem parecidas para A1 e A5, pois o agente para a fase A e B agregadas em ambas é mais qualificado, tendo uma probabilidade de acertos de encaminhamento maior. As diferenças entre penalidades para estas duas equipes ocorrem em função do agente da fase C e D agregada. Para A1, este agente possui qualificação pior, aumentando erros para os dois tipos de penalidades. As equipes A2 e A3 têm números parecidos para os dois tipos de penalidades, tendo a equipe A3 um menor número de penalidades nível 2, pois seu agente para a fase agregada seguinte é mais qualificado, e, por esta razão corrige alguns erros da fase anterior.

A análise das taxas de superclassificação mostra a grande influência da qualificação do agente da fase agregada C e D. O agente da primeira fase agregada A e B tem pouca influência na superclassificação. O efeito no modelo agregado é visto na diferença de taxas observadas para as equipes A1 e A2, onde o índice para o segundo agente é baixo, e a taxa elevada, enquanto que para as equipes A3 e A4 a relação é oposta.

A equipe A5 é a que tem desempenho mais perto da equipe AE, considerada ideal, enquanto que a equipe A2 surge no extremo oposto, mais próxima da equipe AP, considerada péssima. As equipes A1 e A4 se aproximam do mesmo valor sob análise conjunta dos três indicadores, mesmo tendo a equipe A1 melhores resultados em termos de penalidades. Isto evidencia a influência da alta taxa de superclassificação de A1, na composição do índice, decorrente da baixa qualificação do agente da fase agregada C e D. Assim, para o modelo agregado, a influência do segundo agente sobre o desempenho da equipe, considerados os presentes indicadores, fica mais clara. A equipe A3 tem desempenhos extremos para penalidades nível 1 e taxa de superclassificação, e um valor médio para penalidades de nível 2, o que produz um desempenho global apenas razoável.

### 10.2.3 DISCUSSÃO CONJUNTA DOS RESULTADOS

O desempenho das equipes C1, A5 e A1 para as penalidades nível 1 é claramente distinto das demais equipes, o que pode ser explicado pela qualificação do agente da fase A. O mesmo não ocorre para as penalidades de nível 2, onde as equipes A1 e A5 têm desempenho bem melhor que as demais, o que pode ser explicado pelo fato da fase A e B ser agregada, e portanto com um mesmo agente.

Na análise do IQAT, que mostra o efeito combinado dos três indicadores, percebe-se que, com exceção da equipe A2, há uma clara superioridade no desempenho das equipes do modelo agregado. Isto não significa que o modelo agregado seja superior, mas, que as combinações possíveis entre agentes e papéis para o modelo agregado mostraram-se superiores àquelas combinações possíveis para o modelo completo. Os resultados levam à sugestão de adoção do modelo agregado com dois agentes, em detrimento do modelo completo com quatro agentes, para a disponibilidade de pessoal existente, com a equipe A5 sendo a mais indicada.

## 10.3 CONSIDERAÇÕES

### 10.3.1 CONCLUSÃO

Dentre as muitas propostas sobre a qualidade de atenção ao paciente pretendidas pelo QualiSUS, encontram-se as propostas voltadas para melhorias na capacitação de profissionais, e de prestação de atendimento a pacientes de baixa, média, e, principalmente, alta complexidade, com rapidez e qualidade, através da realização de uma triagem com classificação de risco. Padrões de qualidade tornam-se necessários, para que o desempenho individual e conjunto de profissionais, em procedimento de classificação de risco de pacientes, possa ser medido e avaliado. Sob essas diretrizes, o trabalho foi desenvolvido, para encontrar soluções que considerem a melhoria da qualidade de atenção ao paciente. Como resultado geral, o trabalho traz uma contribuição original que visa a auxiliar o decisor administrativo na redução de incertezas, inerentes ao processo de alocação de pessoal com qualificações distintas, em um procedimento de classificação de risco, numa unidade de emergência hospitalar.

Para que o objetivo proposto fosse alcançado, algumas etapas foram executadas, tendo os seguintes resultados e contribuições.

Em primeiro lugar, dentro do campo da classificação de risco, foi feito um estudo do modelo de cinco níveis, com objetivo de adaptação e extensão do modelo, de forma a incluir: agregação de fases ao procedimento, realização do diagnóstico por mais de um agente, e possibilidades de encaminhamento, para assim permitir a análise das decisões tomadas pelos agentes em cada fase. Dois modelos foram adequados, e selecionados para estudo nesta tese. Em seguida, três sistemas foram desenvolvidos para avaliar os efeitos da limitação de fatores qualitativos na alocação dos agentes em equipes.

O primeiro modelo faz a síntese das avaliações de critérios de qualificação dados a um agente, na condução de uma tarefa. Como resultado, um método para cálculo de índices numéricos, que envolve critérios objetivos e subjetivos para mensuração da qualificação individual, foi obtido nesta tese.

O segundo modelo faz a simulação dos modelos de classificação de risco adotados, com equipes de agentes escolhidas. Como resultado, uma simulação social baseada em agentes foi criada, para possibilitar a emulação da dinâmica das equipes selecionadas nos modelos de classificação de risco, de modo a incorporar a capacidade de interação, e de decisão dos agentes, suas qualificações individuais (através de seus índices de qualificação), e permitir a mensuração dos efeitos de diferentes alocações sobre o desempenho da equipe de agentes no procedimento. Como resultado, um método para levantamento de valores correspondentes aos indicadores de qualidade escolhidos para avaliação da equipe foi obtido nesta tese.

O terceiro modelo faz a síntese dos valores dos indicadores de qualidade, calculados através do segundo modelo para cada equipe. Como resultado, um método para cálculo de índices numéricos de qualidade de atenção na triagem, para permitir a mensuração, e a análise comparativa do desempenho das equipes no procedimento de classificação de risco, foi obtido nesta tese.

O objetivo do trabalho engloba aspectos da qualidade de atenção do paciente, em procedimento de classificação de risco, com ênfase na qualificação, habilidade, experiência de equipes e seus membros, e em formas de alocação como solução. Para auxiliar o processo decisório de formação dessas equipes, uma avaliação do

desempenho de equipes médicas, com foco em indicadores de qualidade, foi realizada. Dois modelos de procedimento de classificação de risco foram testados em cenários, com nove alternativas de composição da equipe, escolhidas em função da combinação de papéis assumidos pelos agentes, e de suas diferenças qualitativas. A avaliação da qualidade de atenção das composições atende aos indicadores de qualidade de atenção ao paciente estabelecidos, e aceitos para avaliação do serviço em estudo.

A missão de analisar o desempenho global de uma equipe, com agentes qualitativamente diferenciados, e julgar como deve ser feita a alocação de pessoal, é bastante subjetiva, e difícil de ser mensurada diretamente, na medida em que, os procedimentos forem cada vez mais complexos. O uso da simulação social multi-agentes, para apoio a esse tipo de decisão foi um recurso interessante. As técnicas de simulação e de lógica difusa procuraram minimizar as incertezas do problema de forma que, uma solução aproximada pudesse ser obtida. Entretanto, não se deve tratar seus resultados, transformados de forma objetiva em índices numéricos, como uma solução exata para o problema. Estes devem ser considerados, como um indício a mais ao decisor sobre qual direção deve ser tomada para resolver de um problema que envolve muitos critérios, e grau de subjetividade considerável.

#### 10.4 TRABALHOS FUTUROS

Uma primeira sugestão é o estudo de outros modelos de classificação de risco, que também sigam padrões internacionais. Tal como os modelos que foram adaptados à condição da unidade hospitalar, não só os modelos propostos, mas também novos modelos podem ser testados com pequenas alterações em outras unidades, de acordo com suas peculiaridades e parâmetros principais.

Uma forma de abordagem distinta teria foco na alteração de critérios de qualificação individual de acordo com a vontade do decisor, o que levaria ao cálculo de índices de qualificação individual diferentes dos encontrados para o desempenho de um agente em certa tarefa. Com base nos novos índices de qualificação individual, novas corridas de simulação seriam realizadas para verificação de melhoria no desempenho global da equipe.

Uma outra possibilidade interessante é a idéia de redimensionamento qualitativo dos índices de qualificação individual dos agentes. Esta idéia seria aplicada

onde houvesse a indicação de que habilidades pudessem ser trabalhadas em um agente, para incremento da qualificação individual identificada como deficiente em determinado(s) critério(s) que compõe o índice de qualificação de um agente. Uma análise de sensibilidade poderia ser feita para que fosse atingido determinado valor para o índice.

As mudanças acima descritas podem ser combinadas, ou não, com uma mudança de filosofia na adoção de indicadores de qualidade distintos dos escolhidos para o trabalho. Esta mudança poderia envolver outras preocupações do decisor, tais como, a inclusão de indicadores com foco em pacientes de outros níveis de risco real, além do risco 1 e 2, para medida de desempenho e análise comparativa entre as equipes.

Outra idéia é a de estabelecer-se padrões de referência ("benchmark") para o desempenho das equipes, eliminando aquelas que estiverem com índices abaixo de um "threshold", o mesmo valendo para o índice de qualificação individual do agente.

## CAPÍTULO 11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHÃO FILHO, N., 2002, Simulação como Método de Avaliação da Qualidade de Atendimento Hospitalar: o caso na emergência de um hospital municipal. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

AGUIAR, H. e JÚNIOR, O., 1999, *Lógica Difusa: aspectos práticos e aplicações*, Rio de Janeiro, Interciência.

AHMAD, H.F., 2002, "Multi-Agent Systems: Overview of a New Paradigm for Distributed Systems". In *7th IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering*.

BALCI, O. et al., 1997, "The visual simulation environment technology transfer". In: *Proceedings of the Winter Simulation Conference*.

BALCI, O., 1998, "Visual Simulation Environment" In : *Proceedings of the Winter Simulation Conference*.

BANKS, J., CARSON, J.S., 1984, *Discrete-Event System Simulation*. Prentice-Hall international series in industrial and system engineering. New Jersey: Prentice Hall.

BELL, P.C., 1991, "Visual interactive modeling: the past, the present and prospects". *European Journal of Operational Research* 54, pp. 274-286.

BELL, P.C.; O'KEEFE, R.M., 1997, "Visual Interactive Simulation – history, recent developments and major issues". *Simulation*, p. 49, cap. 3.

BEVERIDGE. R., CLARKE, B., JANES, L., SAVAGE, N., THOMPSON, J., DODD, G., et al., 2002, *Implementation guidelines for the Canadian emergency department triage and acuity scale (CTAS)*.

BRANT, J.C., 2001, "Uma Luz no Fim do Túnel", *Jornal da Associação dos Hospitais de Minas Gerais*, Belo Horizonte, MG, Brasil.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003, Manual de Gestão Financeira do Sistema Único de Saúde: manual básico, Brasília.

BREZILLON, P., PASQUIER, L., and POMEROL, J., 1989, "Representing knowledge by contextual graphs". In: "*Proceedings of the International Joint Conference, 7th Ibero-American Conference on AI, 15th Brazilian Symposium on AI*" (Paper Track), LNAI 1952, pág. 245-258. Springer.

BROOKS, R., 1991, "Intelligence without Reason". In: "*Proceedings of IJCAI'91*", Volume 1, pp. 569-595.

BURTON-HOULE, T., 2001, "The theory of constraints and its thinking processes: a brief introduction to TOC". Goldratt Institute.

CLARK, M.F., 1991, "Unlocking the power of visual interactive simulation", *European Journal of Operational Research*, 54 293-298.

CONTE, R., GILBERT, N., SICHMAN, J.S., 1998, "MAS and Social Simulation: a suitable commitment", *Lecture Notes in Computer Science*, 1534 1-9.

CORREA, H. L.; GIANESI, I.G.N., 1994, Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente. São Paulo: Atlas.

COX, E., 1994, The fuzzy systems handbook: a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems, USA : Academic Press, Inc.

CTAS (Canadian Emergency Department Triage and Acuity Scale), 1998, Implementation Guidelines for the Canadian Emergency Department Triage and Acuity Scale. Version CTAS16.doc, December 16, 1998.

DAVIDSSON, P., 1998, "Agent Based Social Simulation: A Computer Science View", *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*", v. 5, n. 1.

DÁVILA, J.; TUCCI, K., 2000, Towards a logic-based, multi-agent simulation theory. AMSE Special Issue.



DE OLIVEIRA, M.J.F., 1982, *The Use of Information in Planning Hospital Admissions With Special Reference to Glasgow Western Infirmary*. Ph.D. dissertation, University of Strathclyde, Department of Operation Research, Glasgow, Scotland.

DE OLIVEIRA, M.J.F., 1999, "3D visual simulation platform for the project of a new hospital facility, Monitoring, Evaluating, and Planning Health Services". *ORAHS'98*, Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., pp. 39-52.

DE OLIVEIRA, M.J.F.; TOSCANO, L.N.P., 2001, "Emergency Information Support System for Brazilian Public Hospitals". In: Quantitative approaches in health care management. *27th Meeting of the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services (ORAHS)*, p. 235-251, Viena, Austria, jul 20- Aug 4, 2001.

DE OLIVEIRA, M. J. F.; GABCAN, L., 2002, "3D visual simulation applied to a new Thorax Disease Institute". In *Accessibility and Quality of Health Services. Proceedings of the 28 meeting of the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services (ORAHS)*, Rio de Janeiro, Brazil, p. 195-206, 2002.

DERLET, R.W., 2002, "Overcrowding in emergency departments: Increased demand and decreased capacity". In: *Annals of Emergency Medicine*, 39(4), pp. 430-432.

DESLANDES, S.F., 1999, "O Atendimento às vítimas de violência na Emergência: "Prevenção numa hora dessas?". In: *Ciência & Saúde Coletiva*. "É possível prevenir a violência? Associação Brasileira de Pós-graduação em saúde Coletiva (ABRASCO). Vol 4 número 1-1999. ISSN 1413-8123. pp 81-94.

DONABEDIAN, A., 1985, "Mortalidade hospitalar como indicador de qualidade: uma revisão" In: *Ciência & Saúde Coletiva* ISSN 1413-8123.

DROGOUL, A., and DUBREUIL, C., 1992, "Reactive agents and Self-Organization", in "*Proceedings of MAAMAW 92*".

EDMONDS, Z., MOWER, W., LOVATO, L. & LOMELI, R., 2002, "Effect of vital signs on triage decisions". In: *Annals of Emergency Medicine*, 39, pp. 223-232.

EHRlich, P.J., 1985, *Pesquisa Operacional: Curso Introdutório*. 5a edição. São Paulo, Atlas.

EITEL, D.R., TRAVERS, D.A., ROSENAU, A., GILBOY, N., & WUERZ, R.C., 2003, "The emergency severity is reliable and valid". In : Academic Emergency Medicine, 10 (10): pp. 1070-1080.

ENA (Emergency Nurses Association), 1997, Triage: Meeting the challenge. Park Ridge, IL: Author.

ENA (Emergency Nurses Association), 1999, Standards of emergency nursing practice. (4th ed.). Des Plaines, IL: Author.

ENA (Emergency Nurses Association), 2001, Making the right decision: a triage curriculum (2nd ed.). Des Plaines, IL: Author.

ENGELBRECHT, D., 2006, "Se não tem sangue, não é emergência". Jornal O Globo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 9 de abril de 2006.

FAKAS, G. and KARASOTAS, B., 1999, A dynamic workflow management system used in design. Information and Software Technology, 41 (13).

FERBER, J.; DROGOUL A., 1992, "Using Reactive Multi-Agent Systems in Simulation and Problem Solving". In: Avouris N.M., Gasser L., eds., Distributed Artificial Intelligence: Theory and Praxis, Kluwer Academic Publishers, 53-80.

FERBER, J. and MULLER, J.P., 1996, "Influences and reaction: a model of situated multiagent systems". In: ICMAS-96.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M.J., 2000, Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação. 2 ed. Porto Alegre: Bookman.

FOSTER, D.; MCGREGOR C., and EL-MASRI S., 2005, A Survey of Agent-Based Intelligent Decision Support Systems to Support Clinical Management and Research. In : Autonomous Agents and Multi Agent Systems, Utrecht, Netherlands.

GABCAN, L., 2000, Representação Visual 3D de um setor para a nova unidade do Instituto de Doenças do Tórax-IDT. Dissertação M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GABCAN, L. and DE OLIVEIRA, M.J.F., 2002, "3D Visual Simulation Applied to a Thorax Disease Hospital Project", presented at EURO XXVIII, Rio de Janeiro, July 29–31.

GAITHER, N ; FRAZIER, G., 2001, Administração da produção e operações. 8 ed. São Paulo. Thomson Learning/Pioneira.

GARCIA, L.C. ; DE OLIVEIRA, M. J. F., 2005, "Aplicando a Teoria de Simulação a Eventos Discretos no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU-192)". In: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável, pp. 2209 – 2218, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil.

GARCIA, L.C., 2006, Dimensionamento de Recursos de Atendimento Móvel de Urgência da Região Metropolitana II do Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Brasil.

GASPAR, N.B., 1998, Representação Visual de Modelos de Fila de Espera. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GENESERETH, M. R.; GINSBERG, M.L.; ROSENSCHEIN, J.S., 1998, "Cooperation without Communication". In: Readings in Distributed Artificial Intelligence, A.H. & L. Gasser, editors, Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, California 220-226.

GIL, C.R.R., 2006, "Atenção primária, atenção básica e saúde da família: sinergias e singularidades do contexto brasileiro". In: Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, vol 22, (6 ): 1171-1181.

GILBOY, N.; TANABE, P.; TRAVERS, D.A.; ROSENAU, A.M., EITEL, D.R., 2005, Emergency Severity Index, Version 4: Implementation Handbook. AHRQ Publication No. 05-0046-2. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality.

GILBOY, N.; TRAVERS, D.A.; & WUERZ, R.C., 2000, "Reevaluating triage in the new millennium: A comprehensive look at the need for standardization and quality". Journal of Emergency Nursing, 25(6), 468-473.

GOLDRATT, Eliyahu M., 2002, A meta: um processo de melhoria contínua. São Paulo : Nobel.

GONÇALVES, A. A., 2004, Gestão da Capacidade de Atendimento em Hospital de Câncer. Tese de D.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GONZÁLEZ, C.J., GONZÁLEZ, M., RIOS, N.M., 1997, "Improving The Quality of Service An Emergency Room Using Simulation-Animation And Total Quality Management" Computers Ind. Eng., v.33, nos. 1-2, pp.97-100.

GRÖNROOS, C., 1993, Marketing – Gerenciamento e serviços: a competição por serviços na hora da verdade. Rio de Janeiro: Campus.

HAMID, T., MOHAMMAD, J.T., 2006, "Modelling and Analysis of Productivity teamwork based on information technology". International Journal of Production Research, Volume 44, Number 15, 1 August 2006 , pp. 3023-3031(9).

HARREL, C. R., 2002, Simulação Otimizando Sistemas. São Paulo, IMAN.

HUBNER, J.F., 2003, Um Modelo de Reorganização de Sistemas Multiagentes. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da USP, São Paulo, Brasil.

HUGHES, R.G.; HARKEY, D.L., 1999, Using visual simulation to evaluate bicyclists` perception of selected risk factors. Chapel Hill. University of North Carolina Highway Safety Research Center.

HURRION, R.D., 1991, "Intelligent Visual Interactive Modelling". European Journal of Operational Research 54, 349-356.

INGALLS, R. G., 2002, "Introduction to Simulation". Proceedings of the 34th Winter Simulation Conference. vol.1 p.7-16.

JIN, J.L. e FISWICK, P.A., 1994, "Real-time Simulation-based Planning for computer generated force simulation". Simulation November. Pág 299.

KERSHAW, R., 2000, Using TOC to cure healthcare problems. Management Accounting Quarterly, Spring, p. 22-28.

KLÜGL, F., OESCHSLEIN, C., PUPPE, F.; KIRN, S., 1999, "Multi-agent simulation of diagnostic and logistic processes in hospitals". TU Ilmenau, Wirtschaftsinformatik 2, Arbeitsbericht, n. 14, p. 151-159.

KULJIS, J., PAUL, R.J., STERGIOULAS, L. K., 2007, "Can Health Care Benefit From Modeling and Simulation Methods in the Same Way as Business and Manufacturing Has?" In: Proceedings of the Winter Simulation Conference.

LACHTEMACHER, G., 2004, Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões: Modelagem em Excel. 2a edição, Rio de Janeiro, Elsevier.

LAGERGREN, M., 1998, "What is the role and contribution of models to management and research in the health services?", European Journal of Operational Research, v.105, n.2, pp. 257-266.

LAGERGREN, M., 2002, "Modeling as tool to assist in managing problems in health Care". In: D. Boldy, J. Braithwait and I. Forbes (Eds.), Evidence based management in health care: The role of decision support systems, Australian Studies in Health Service Administration , n. 92, pp.17-36.

LAVELOCK, C.; WRIGHT, L., 2001, Serviços: marketing e gestão. São Paulo : Saraiva.

LAW, A.M., 2006, "How to build valid and credible simulation models". In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, Monterey, CA, USA.

LAW, A. M.; KELTON, W. D., 1991, Simulation, Modeling and Analysis. 2. ed. McGraw Hill.

LIANG, G. e WANG, M.J., 1991, "A fuzzy multi-criteria decision-making method for facility site selection". International Journal of Production Research, vol. 29(11): 2313-2330.

LOCKEMANN, P.C. and WALTER, H.D., 1995, "Object Oriented protocol hierarquies for distributed workflow systems". Interner bericht 42, Universität Karlsruhe, Fakultät für Informatik.

LUGO, G. G.; HÜBNER, J. F.; e SICHTMAN, J. S., 2001, "Representação e evolução de esquemas sociais em sistemas multi-agentes: Um enfoque funcional". In Martins, A. T. e Borges, D. L., editors, Anais do III Encontro Nacional de Inteligência Artificial, pág. 1237–1246, Fortaleza, Brazil. SBC.

MACLEAN, S., 2002, ENA national benchmark guide: Emergency departments. Des Plaines, IL: Emergency Nurses Association.

MAES, P., 1991, Designing Autonomous Agents: Theory and Practice from Biology to Engineering and Back, 49-70. MIT Press, London.

MAES, P., 1994, "Agents that reduces work and overload information". Communications of the ACM.

MAGALHÃES, M., 2006, Simulação Aplicada em Sistema de Admissão de Emergência: um Estudo de Caso no Hospital Universitário Antônio Pedro. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MARSHALL, R. et al., 1990, "Visualization methods and simulation steering for a 3D turbulence model of Lake Erie". Computer Graphics, vol. 24( 2), 89-97.

MARTIN, P., 2001, "The rapid modeling system: a component based approach to the simulation of tactics". In: Proceedings of the Winter Simulation Conference.

MARTÍNEZ, J., ALDEA, A., BAÑARES-ALCÁNTARA, R., 2003, "Simulation of work teams using a multi-agent system". Second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agents Systems, AAMAS-2003, Melbourne, Australia.

McCAIG, L.F., & LY, N., 2002, "National hospital ambulatory care survey: 2000 emergency department summary". Advance Data from Vital and Health Statistics, 326, 1-31. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics.

MERHT, E.E.; QUEIROZ, M.S., 1993, "Saúde pública, rede básica e o Sistema Único de Saúde Brasileiro". Cadernos de Saúde Pública, 9 (2): 177-184.

MIYAGI, P.E., 2002, Introdução a Simulação Discreta. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos, São Paulo.

MORAES, A.B., 2006, Simulação Multiusuário de um Sistema de Triagem Hospitalar. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MORENO A., VALLS A., and MARÍN M., 2003, "Multi-agent Simulation of Work Teams", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2691, p. 281.

MS (MINISTÉRIO DA SAÚDE), 2003, Fundação Nacional da Saúde, Brasília.

MS (MINISTÉRIO DA SAÚDE), 2010, Disponível em: [http:// portal.saude.gov.br/ portal/saude/ profissional/ area.cfm? id\\_area=408](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=408). Acesso em: 28 jul. 2010, 18:32:50.

NAYLOR, T.H., 1971, Técnica de Simulação em Computadores. São Paulo, Vozes.

NETO, L.B. , COELHO, P.H.G., AMARAL, J.L.M., e MELLO, M.H.C.S., 2006, "Sistema Especialista Nebuloso", XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional

O'KEEFE, R. M.; PITT, I.L, 1991, "Interaction with a visual interactive simulation and the effect of cognitive style". European Journal of Operational Research 54, 339-348.

OPAS, Organização Pan-Americana de Saúde,1993, Resolución XIX: Violencia y Salud. Washington.

OVUM, R., 1994, "Intelligent agents: the new revolution in software". In: Proceedings of the Winter Simulation Conference

PACTO, Consultoria., 2003, Análise da Situação Atual e Plano de Mudanças. Relatório da Empresa Junior de Administração da Universidade Federal Fluminense. Faculdade de Administração/UFF, Niterói, RJ, Brasil.

PARIS, P., 1989, "No pain, no pain", American Journal of Emergency Medicine, 7, 660.

PELEGRINI, B., 2007, "O discurso do gestor federal no processo de descentralização política: obstáculos à municipalização do SUS". *Ciência e Saúde Coletiva*, vol. 12(2): 325-222.

PHIPPS, B., 2004, "Hitting the bottleneck". *Health Management*. United Kingdom.

PIDD, M., 1997, "Modeling and Simulation . A tutorial paper presented to EURO XV Conference, Barcelona, Catalunya, July 14th - 17th , Pág 202.

PIDD, M., 1998, "Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão". *Artes Médicas* : Porto Alegre.

PRADO, D., 2004, *Usando o Arena em Simulação*. 3ª edição, Belo Horizonte, INDG Tecnologia e Serviço Ltda.

PRIETULA, M. J.; CARLEY, K. M.; and GASSER L., 1998, "A Computational Approach to Organizations and Organizing". In: *Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups*. The MIT Press: Cambridge, MA: xiii-xix.

PROMODEL®, 2010, *sítio da empresa Promodel®*.

Disponível em: <http://www.promodel.com/products/medmodel>. Acesso em: 01 set. 2010, 20:13:40.

ROSS, T.J. ,1995, *Fuzzy Logic with engineering applications*, USA : McGraw-Hill, p. 600.

RUSSEL, S.; NORVIG, P., 1995, *Artificial Intelligence – A Modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey, USA.

SABBADINI, F.S., 2005, *Gerenciamento de restrições em hospital de emergência: um estudo de caso no Hospital Municipal Henrique Sergio Gregori*. Dissertação de Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial, UNESA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



SABBADINI, F.S., 2010, Modelo Multifásico para Gestão do Acesso Monitorado de Pacientes Crônicos. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SALIBY, E., 2004, Softwares para simulação. Centro de Estudos em Logística, COPPEAD, UFRJ. Disponível em: <http://www.cel.coppead.ufrj.br/fr-softw.htm>.

SARGENT, P., 1992, "Back to school for a brand new ABC" In. The Guardian, 12 March, p. 28.

SAUNDERS, C.E.; MAKENS, P.K.; LEBLANC, L.J., 1989, "Modeling Emergency Department Operations Using Advanced Computer Simulation Systems". Ann Emerg Med Feb, 18(2): 134-40.

SCHANK R. C. and ABELSON, R.P., 1977, Scripts, Plans, Goals and Understanding: an Inquiry into Human Knowledge Structures. L. Erlbaum, Hillsdale, NJ.

SHANNON, R.E., 1956, Systems Simulation: The Art and Science, McGraw-Hill.

SHANNON, R.E., 1999, "Introduction to the Art and Science of Simulation". In: Winter Simulation Conference. Proceedings, pp 7-14, Arizona, EUA.

SIBBEL, R., URBAN, C., 2001, "Agent-Based Modelling and Simulation for Hospital Management". in: Saam, N., Schmidt, B. (eds.): Cooperative Agents. Kluwer academic publishers, Boston.

SICHMAN, J.S., 2004, Programa de Pesquisa Raciocínio Social, Organizacional e Simulação Multiagentes: Modelos e Aplicações, Brasil.

SIKORA, R., and SHAW, M.J., 1998, "A Multi-Agent Framework for the Coordination and Integration of Information Systems". Management Science 44(11), 65-78.

SINAY, M.C.F., 2004, "Modelagem de Filas a partir de Diagramas de Fluxos". In: XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – O Impacto da Pesquisa Operacional nas Novas Tendências Multidisciplinares, Mini Curso, São João Del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

SLACK, N., 2002, Administração da produção. 2. ed. São Paulo : Atlas.

SoRELLE, R., 2002, "Triaging triage: Singling out a national standard". Emergency Medicine News, 32-34.

SOUZA, P.R., 2007, Simulação do Fluxo de Pacientes nos Setores de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SOWA, J.F.,1984, Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine. Addison-Wesley.

STEDMAN., 1995, Stedman's Medical Dictionary. (26th ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.

SYCARA, K. et al., 1996, "Distributed Intelligent Agents", IEEE Expert, vol. 11, no. 6,pp. 36-46.

TANABE, P., GIMBEL R., YARNOLD P.R., & ADAMS, J., 2004, "The Emergency Severity Index (v.3) five level triage system scores predict ED resource consumption". Journal of Emergency Nursing, 30:22-29.

TAVARES, L.V. et al., 1996, Investigação Operacional, Portugal, MacGraw-Hill.

THOMPSON, J. & DAINS, J.,1982, Comprehensive Triage. Reston, VA: Reston Publishing Company, Inc.

TINTINALLI, J., KELEN, G., & STAPCZYNSKI, J., 2000, Emergency Medicine: A comprehensive study guide. (5th ed.). New York: McGraw-Hill.

TORSUN, I.S., 1995, Foundations of Intelligent Knowledge-based systems. London: Academic Press.

TOSCANO, L.N.P., 2001, Uma Ferramenta Integrada de Suporte a Decisões em Casos de Emergência. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

TRIVERS, D., 1999, "Triage: How long does it take? How long should it take?", *Journal of Emergency Nursing*, 25(3).

TURBAN, E., and ARONSON, J. E., 2001, *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 6th ed. 2001: Prentice Hall. 867.

WAGNER, P.H. et al., 1996, "Um novo paradigma para modelagem e simulação interativa visual". In: *Anais do IX SIBRAPI*, 87-94.

WATSON, J., 2006, "The evolutions of a management philosophy: the theory of constraints". *Journal of Operations Management*.

WINSTON. W.L., 1994, *Investigacion de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos*. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N.R., 1995, "Intelligent agents theory and practice". *The Knowledge Engineering Review*, 10(2), 115-152.

WOOLDRIDGE, M., 2002, *An Introduction to MultiAgent Systems*. Wiley Ed.

WORLD HEALTH ORGANIZATION., 1985, "The Principles of Quality Assurance". Report on a WHO Meeting Euro Report and Studies Series 94. Copenhagen.

WUERZ, R., MILNE, L.W., EITEL, D.R., TRIVERS, D., & GILBOY, N., 2000, "Reliability and validity of a new five-level triage instrument". *Academic Emergency Medicine*, 7(3), 236-242.

YERGENS D., HINER J., DENZINGER J., NOSEWORTHY T., 2006, "Multi Agent Simulation System for Rapidly Developing Infectious Disease Models in Developing Countries". The Second International Workshop on Multi-Agent Systems for Medicine, Computational Biology, and Bioinformatics (MAS\*BIOMED'2006) as part of the Fifth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (AAMAS'2006).

YU, E. S. K.; MYLOPOULOS, J., 1993, "An actor dependency model of organizational work with application to business process reengineering". In: Simon Kaplan, editor, Proceedings of the Conference on Organizational Computing Systems (COOCS'93), pages 258-268, ACM Press, Milpitas, CA, USA.

ZADEH, L.A.,1976, "A Fuzzy Algorithmic Approach to the Definition of Complex or Imprecise Concepts". Int. Journal of Man-Machine Studies, Vol. 8:249-291.

ZADEH, L.A. ,1976, "Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. Fuzzy Sets and Systems", Vol.1: 3-28

ZHANG, R., PHILLIS Y.A., e KOUIKOGLOU, V.S., 2005, "Fuzzy Control of Queuing Systems", USA : Springer.

## ANEXO A

### LÓGICA DIFUSA

#### INTRODUÇÃO

Aristóteles, filósofo grego (384-322 A.C.) , foi o fundador da lógica, como ciência, e do raciocínio dedutivo, onde um conjunto de regras, ditas premissas, é estabelecido, para que conclusões possam ser aceitas, como logicamente válidas. Assim, tem-se que:

- se é observado que “todo ser vivo é mortal” (premissa 1);
- se é constatado que “Carla é um ser vivo” (premissa 2);
- então, como conclusão, temos que “Carla é mortal”.

Na lógica binária, uma proposição é falsa ou verdadeira, não existindo nada entre esses limites. Sua epítome, a Álgebra Booleana, é aplicada na análise e projeto de sistemas digitais, tão comum na era atual. Entretanto, muitas das experiências humanas não podem ser classificadas, simplesmente, como verdadeiras ou falsas; branco ou preto; 0 ou 1, etc. Por exemplo, se a pergunta for: “aquele homem é gordo ou magro?” ou “o risco para um dado empreendimento é muito grande ou pequeno?”, é provável que um simples sim, ou um não como resposta a estas questões seja, na maioria das vezes, vago e incompleto. A partir da proposta de Lukasiewicz, onde três valores seriam possíveis (verdadeiro, falso e neutro) para uma proposição, Lotfi Zadeh, em 1965, estabeleceu as bases para a lógica difusa (“Fuzzy Logic”), ao assumir que, podem existir um número infinito de graus de verdade, em uma proposição. Desta forma, entre os valores extremos, 1 (totalmente verdadeiro) e 0 (totalmente falso), há um “continuum” onde estão infinitos graus de incerteza. O termo “fuzzy” (nebuloso, difuso) justifica, assim, essa visão (ROSS, 1995).

#### AMBIGUIDADE E INCERTEZA

A lógica difusa, tal como a teoria das probabilidades, lida com a incerteza, mas, diferentemente da probabilidade, essa incerteza está mascarada pelas imperfeições intrínsecas à informação representadas na linguagem natural pela semântica, e pela ambiguidade subjetiva. Pessoas diferentes julgam, e avaliam a realidade, de maneira diferente, e, enquanto, a teoria das probabilidades se preocupa com as ocorrências, e o caráter aleatório da incerteza, associada a futuras ocorrências de algum evento, a lógica difusa lida com os vários níveis dessas ocorrências, e com o

caráter de incerteza não aleatória expresso pela vagueza e imprecisão de conceitos, e de julgamentos. Um exemplo é a frase: “Há uma probabilidade de 0.2, que uma boa nota seja obtida.” O número 0.2 é uma probabilidade, mas o evento “boa nota” é subjetivo e nebuloso, pois as pessoas podem divergir na conceituação do que venha a ser uma “boa nota”. Também, quando expressamos uma opinião, sobre a altura de uma pessoa, ou a temperatura ambiente, pode-se observar que a ambiguidade, ou a forma com que essas idéias são percebidas por pessoas pode ser muito diferente, aumentando a imprecisão e a incerteza. Um clássico exemplo é, quando a pergunta: “a temperatura ambiente de 30<sup>o</sup> C é quente ?” é feita a um europeu, ou a um habitante do deserto do Saara. É de se esperar que as respostas sejam distintas entre si.

Uma das principais motivações, da lógica difusa, é a possibilidade de exploração da tolerância por alguma incerteza e imprecisão. A teoria dos conjuntos difusos (“*fuzzy set theory*”) possibilita a expressão das incertezas, dentro do conceito de conjuntos, enquanto que, a lógica difusa incorpora os conceitos de conjuntos difusos ao ambiente da lógica multi-valorada. Esta integração permite, que as informações imprecisas, contidas em conjuntos de regras linguísticas, sejam traduzidas em termos matemáticos, para processamento do conhecimento humano, visto que, muitos conceitos são melhor definidos por palavras (simbolicamente) do que pela matemática (numericamente). O resultado prático é o uso de modelos computacionais que envolvam: conceitos vagos e imprecisos de linguagem natural, julgamentos a respeito dessas idéias, e, até mesmo percepções intuitivas como graus de satisfação, conforto e adequação, usados para comunicação, e na troca de informações, entre humanos. Estes modelos antes não poderiam ser capturados e expressos, matematicamente, tendo em vista seu caráter não-booleano. Em termos filosóficos, a lógica difusa faz com que as decisões tomadas pela máquina se aproximem cada vez mais das decisões humanas (AGUIAR, 1999).

Observa-se que, os problemas onde se requer alta precisão, não seriam os mais indicados para uso das técnicas da lógica difusa. Segundo Zadeh (1976) o princípio da incompatibilidade sugere que: quanto mais se conhece um sistema, menor é a sua complexidade, e a precisão dos métodos computacionais, e das soluções matemáticas é adequada ao modelarmos o sistema. Entretanto, se um sistema torna-se complexo demais, tendo poucos dados numéricos disponíveis, e, com informações (opiniões, decisões e idéias) ambíguas e imprecisas, somos levados a um raciocínio aproximado sobre seu comportamento. Muitos problemas não necessitam de soluções de alta precisão, e para estes casos, soluções menos precisas, tais como as de

raciocínio de lógica difusa, que permitem um entendimento do sistema razoável, são aceitas.

### VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS

O ponto forte, da aplicação da lógica difusa, e da teoria dos conjuntos difusos, é a possibilidade de representar a ambiguidade, a subjetividade, e os conceitos imprecisos do pensamento humano, através de variáveis linguísticas, em vez de variáveis quantitativas. Variáveis linguísticas são definidas, em linguagens naturais, ou em linguagens artificiais, como variáveis, cujos valores verdade assumidos podem ser palavras, ou sentenças. Por exemplo, “altura” pode se vista como uma variável linguística com valores : “muito alto”, “alto”, “não alto”, “mediano”, “baixo”, “muito baixo” , etc. A “idade” é outra variável linguística, que pode assumir valores: “muito jovem” , “jovem”, “velho”, “muito velho”, etc. Observa-se o uso de modificadores e de quantificadores sobre os valores verdade, tais como: “muito”, “mais ou menos”, “médio”, “pouco”, “vários”, “em torno de”, “usualmente”, “bastante”, “aproximadamente”, “extremamente”, “mais que”, “menos que”, etc (ZHANG, 2005).

### SISTEMA DE INFERÊNCIAS

O objetivo principal da lógica difusa é prover um sistema formal, orientado a computação, que envolva conceitos e técnicas, para lidar com formas de raciocínio aproximadas. Para que isso seja possível, o operador humano deve ser capaz de articular suas proposições, como um conjunto de regras da forma: “se .... então...” , de modo que um algoritmo possa ser implementado. O resultado é um sistema de inferências, baseado em regras, onde a teoria de conjuntos difusos (“*fuzzy set theory*”) e a lógica difusa (“*fuzzy logic*”) fornecem o ferramental matemático, para lidar com as regras linguísticas (ZHANG, 2005).

### CONJUNTOS DIFUSOS

Na lógica booleana, um elemento, que pertence a um conjunto A, possui grau de pertinência “ $\mu=1$ ”, caso contrário, não é membro do conjunto A, e possui grau de pertinência “ $\mu=0$ ”. Identifica-se que a transição de uma condição de pertinência, para a de não-pertinência é abrupta, e, elementos que pertençam a ambos, nunca serão encontrados. Esses conjuntos são chamados abruptos ou “*crisp*”. Na teoria clássica dos conjuntos, isto pode ser expresso pela função característica  $f_A(x)$  :

$$f_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \text{ pertence a } A \\ 0, & \text{se } x \text{ não pertence a } A \end{cases}$$

As regras linguísticas ou proposições difusas expressam as relações, entre as variáveis linguísticas, e os conjuntos difusos. Em lógica difusa, uma variável linguística como a “temperatura” de dado processo pode assumir valores linguísticos, pertencendo a um ou mais conjuntos, como: baixa, normal, alta, e muito alta. Estes valores linguísticos são descritos por conjuntos difusos, representados por funções de pertinência, que associam o grau de pertinência, dentro do intervalo [0,1] (ou seja, entre 0 e 100% de identificação, com o conjunto), que determinado elemento contido no universo da variável linguística, se enquadra para dado valor assumido por esta variável (Figura 50).

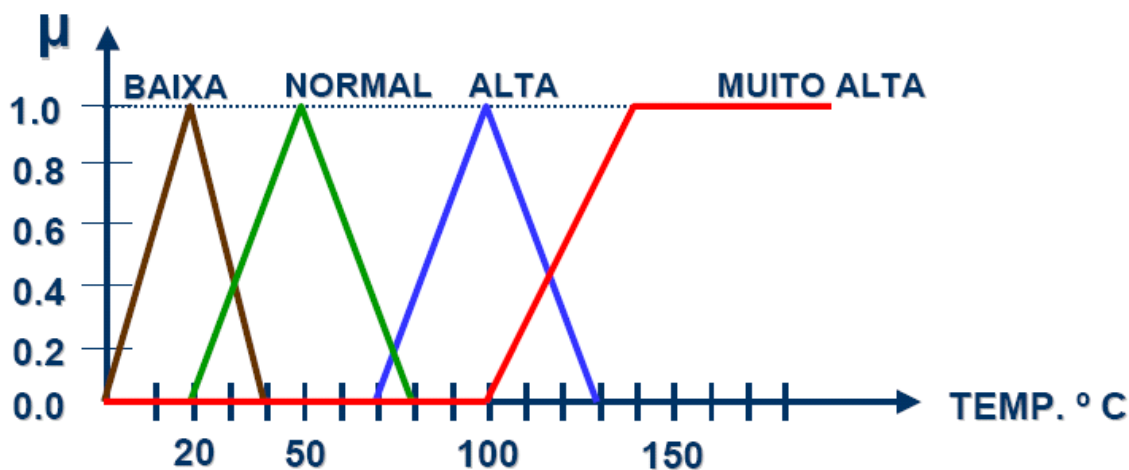


Figura 50 : Funções de Pertinência da Variável Temperatura

Fonte: NETO (2006)

O Universo  $X$  é um conjunto de elementos  $x$ , assumidos pela variável temperatura, entre 0 e 180° C. A cada valor lingüístico, corresponde um conjunto difuso, assim, um conjunto ordinário (elemento de um conjunto ordinário) pode compor (pertencer a) mais de um conjunto difuso, bastando, para isso possuir diferentes funções (graus) de pertinência. Dado um conjunto  $A = \{90, 100, 105, 120, 130, 140, 150\}$ , este pode ser definido, em lógica difusa, por um conjunto de pares ordenados, onde cada elemento possui um grau de compatibilidade  $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ , que indica o quanto um elemento é compatível, com o conjunto difuso “muito alta”. Tomando o conjunto difuso correspondente ao valor lingüístico “muito alta”, tem-se que o conjunto difuso  $A$  é descrito por:



$A = \{ \mu_A(x)/x \mid x \in X \} = 0/90 + 0/100 + 0.1/105 + 0.5/120 + 0.8/130 + 1/140 + 1/150$ . Onde o sinal “/” é o separador entre o nível de pertinência e o elemento do conjunto, e o sinal “+” é entendido como um agregador dos elementos, do tipo “e”.

Os valores 0, 0.1, 0.5, 0.8, e 1 expressam o grau com que os elementos de A correspondem ao valor lingüístico “Muito Alta”, ou seja, com que grau os elementos de A pertencem ao conjunto das temperaturas muito altas.

O conjunto suporte de um conjunto difuso A é o conjunto de elementos do universo X com grau de pertinência diferente de zero, ou seja:

$$S(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$$

Para o exemplo acima, o conjunto suporte é:  $S(A) = \{105, 120, 130, 140, 150\}$ .

Com as definições e exemplos acima, pode-se definir uma variável linguística como uma 5-tupla (N, T(N), X, G, M), onde:

- N é o nome da variável linguística ( a temperatura);
- T(N) é o conjunto de valores lingüísticos de N { baixa, normal, alta, muito alta};
- X é o universo da variável ( 0 a 180° C);
- G é a regra sintática para gerar os nomes dos valores da variável, com uso ou não de conectivos lógicos, modificadores e delimitadores; e
- M é a regra semântica que associa um valor (por exemplo: “normal”) a um conjunto difuso, cuja função de pertinência exprime seu significado.

Por exemplo:  $M ( muito alta) = \{ (x, \mu_{muito\ alta}(x)) \mid x \in [0, 180] \}$  (NETO, 2006)

$$\mu_{muito\ alta}(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq 100 \\ \frac{x - 100}{140 - 100} & , \quad 100 \leq x \leq 140 \\ 1 & , \quad 140 \leq x \end{cases}$$

## CARACTERÍSTICAS DAS FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA

Segundo Liang e Wang (1991) uma função de pertinência  $f$  tem as seguintes características:

- $f(x) = 0$ , para todo  $x \in (-\infty, \alpha] \cup [\delta, \infty)$ ;
- $f(x)$  é estritamente crescente no intervalo  $[\alpha, \beta]$  e estritamente decrescente em  $[\gamma, \delta]$ ;
- $f(x) = 1$ , para todo  $x \in [\beta, \gamma)$ .

A função de pertinência de um conjunto difuso é definida, a partir da experiência, e da perspectiva do especialista. Ela pode assumir diversas formas, tais como: sigmóide, sino, gaussiana, curva Z, pi, beta triangular e trapezoidal. As duas últimas são as mais utilizadas, enquanto que as duas primeiras são usadas quando modificadores são aplicados às variáveis linguísticas. No exemplo, a função de pertinência do conjunto difuso “normal” é triangular, e tem os seguintes valores limites:

$$\begin{aligned}\alpha &= 20 \\ \delta &= 80 \\ \beta &= 50 \\ \gamma &= 50\end{aligned}$$

Para o caso triangular, há um só ponto onde a pertinência é 1. No exemplo esse ponto para o conjunto difuso “normal” é o de temperatura = 50. A função triangular obedece às seguintes equações:

$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \quad (\text{Crescente}) \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \quad (\text{Decrescente}) \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$

No exemplo acima, as equações têm parâmetros:  $a=20$ ;  $b=50$ ;  $c=80$ .

Para o caso trapezoidal, as seguintes equações descrevam a função de pertinência da figura 51:

$$f(x,a,b,c,d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \quad (\text{Crescente}) \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \quad (\text{Decrescente}) \\ 0, & d \leq x \end{cases}$$

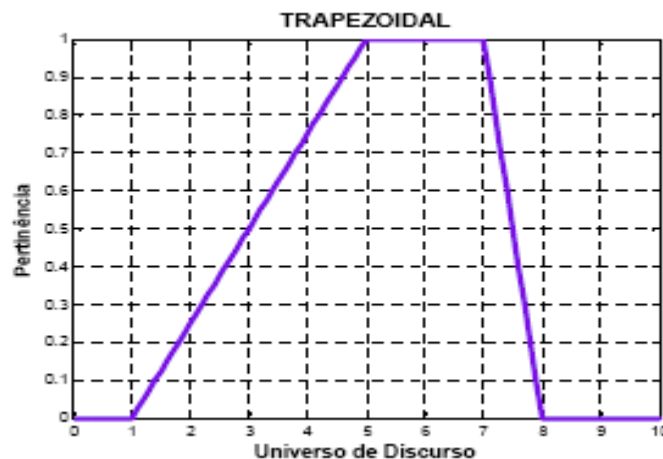


Figura 51 : Função de Pertinência Trapezoidal

Fonte : NETO (2006)

Com  $a < b < c < d$ , uma função trapezoidal pode ser representada por  $(a,b,c,d)$ , chamado de número “fuzzy”. Este número representa um dos conjuntos difusos, correspondente a um dos valores linguísticos assumidos pela variável linguística. Quando  $b = c$ , o número “fuzzy” representa uma função de pertinência triangular.

### PROPOSIÇÕES DIFUSAS

Em inferência difusa, as variáveis linguísticas representam o conhecimento em forma de conjuntos difusos. Em um sistema *fuzzy*, o conhecimento é representado através de regras ou proposições, tendo as variáveis linguísticas como, entrada e saída. As regras são declarações relacionam as variáveis do modelo, com os conjuntos difusos. Conceitualmente, tem-se que:

- Regra = antecedente + conseqüente (condição + ação);
- Antecedente = uma ou mais cláusulas ligadas pelos operadores e, ou, não;
- Conseqüente = conclusão. (NETO, 2006)

Segundo COX (1994) um modelo difuso consiste de uma série de proposições condicionais e incondicionais. A proposição estabelece uma relação entre uma variável linguística e um conjunto difuso definido no universo da variável, podendo apresentar composições por meio de conectivos e transformadores. Quando a proposição:

“temperatura é alta”

é estabelecida, a variável linguística temperatura é relacionada, ao conjunto difuso “alta”, correspondente ao valor linguístico alta. Além dos conectivos lógicos (e, ou, não), as proposições difusas podem ser combinadas, com o operador de implicação “se ... então...”.

Quando, há variáveis linguísticas (x e y) definidas nos universos (respectivamente X e Y), e conjuntos difusos (A e B) definidos, respectivamente, em X e Y, pode-se fazer proposições difusas do tipo:

- x é A (Ex: temperatura é alta)
- y é B (Ex: pressão é baixa)

A partir daí são definidos dois tipos de proposições difusas: as incondicionais e as condicionais.

As expressões incondicionais não têm a presença do elemento sintático (operador de implicação citado) “se... então...”, sendo compostas da forma: < variável linguística> é < predicado>. Elas são, geralmente, usadas como delimitadores da base de regras, não só restringindo as fronteiras dos resultados, como também entrando em ação, quando nenhuma das regras condicionais for disparada. São exemplos: pressão é alta; nível de juros é baixo e investimento é muito alto, altura é baixa, etc.

As expressões condicionais têm a presença do operador de implicação “se...então...”. Dado P1 (“x é A”) e P2 (“y é B”) , onde P1 é chamado “antecedente” e P2 o “conseqüente”, a expressão “Se P1 então P2” é uma proposição condicional. Ao

usar o operador de implicação, o significado é que P2 tem no mínimo o mesmo grau de verdade que P1, ou seja, o conseqüente está correlacionado com o grau de verdade de P1. Esta idéia é muito importante pois, a avaliação de expressões difusas consiste em aferir o “nível de verdade”, ou pertinência apresentado, em relação a uma dada situação. Tomando, como exemplo, as funções de pertinência da variável temperatura, uma proposição condicional seria:

“se a temperatura é muito alta então o nível de pressão é arriscado”,

Onde, “temperatura” e “nível de pressão” são variáveis linguísticas, e “muito alta” e “arriscado” são conjuntos difusos de seus valores. Se a leitura de um sensor for de 100°C ou menos, o grau de verdade da proposição antecedente corresponde à pertinência de 100°C no conjunto difuso “muito alta” que é zero. Assim, para esta situação, o conseqüente da regra, e a regra são avaliados tendo como base o grau de verdade do antecedente, que no caso é zero. A expressão incondicional pode, então, ser estendida com conectores de lógica difusa, do tipo:

- se x é A ou y é B, então ... j é S
- se x é A e y é B e z é W, então... j é S

Neste caso, a posição, de j dentro de S, é determinada, pela composição dos valores verdade, de todo o antecedente.

Quando o conectivo “e” for usado, a operação representada é do tipo interseção, onde, como visto, as t-normas se aplicam (operador “Min”, produto algébrico, etc). Quando o conectivo “ou” for usado, a operação representada é do tipo união, onde, como visto, as t-conormas se aplicam (operador “Max”, soma algébrica, etc).

### RACIOCÍNIO DIFUSO

Pode-se dizer que o raciocínio difuso (aquele que procura imitar as características da lógica do ser humano), é uma metodologia de inferência, que utiliza ferramentas e conceitos de lógica difusa, de forma que seja possível tirar conclusões, a partir de fatos conhecidos. Logo, tem-se um conjunto de regras formadas por implicações difusas, em forma de proposições do tipo “se... então...”, que, combinadas por operadores difusos, levarão a inferir conjuntos difusos.

Conceitualmente, a Inferência Difusa é o procedimento de avaliação das regras, que agrega, e correlaciona as variáveis, (correspondentes ao espaço difuso, composto por conjuntos difusos) levando a uma conclusão final (conjunto difuso de saída).

Assim, um vetor de entrada aciona as regras, (proposições *fuzzy*) e define a situação (forma) da variável de saída correspondente. Como já observado, os conectores difusos usados para combinação dos conjuntos são:

E – Modelado como interseção através de t-normas; e

OU – Modelado como união através de t- conormas (ou s-normas)

Cabe lembrar que, o modo como combinamos os conjuntos difusos determina a qualidade, e a abrangência dos processos de inferência. O procedimento de inferência é feito em duas fases (AGUIAR, 1999):

1) Avaliação dos níveis de compatibilidade das entradas, com as condições impostas pelos antecedentes de cada uma das regras. Os consequentes de cada regra serão ativados com intensidades proporcionais a essa avaliação.

2) Composição das conclusões de todas as regras em um conjunto de saída consolidado.

O método de Inferência Difusa, mais comumente usado, para obtenção da saída de um sistema difuso é o Min-Max no qual:

Primeiramente, o processo de “Fuzzyficação” faz o mapeamento dos dados de entradas precisos (ex: Temperatura = 100° C) para os conjuntos difusos relevantes (usados nos antecedentes das regras). Isto é a transformação da forma determinística (número) em forma difusa (pertinência) (ex:nível de temperatura de 100° C tem pertinência 0.5 no conjunto difuso “baixa”).

A função MIN (conectivo E relativo às t-normas) é, então, usada no interior de cada regra (antecedente), e a região difusa conseqüente é restrita ao mínimo do valor verdade do antecedente, obtido por meio de conjunção (t-norma). Assim, para um dado vetor de entradas numéricas que alimenta o sistema é feita uma avaliação do grau de compatibilidade, de cada componente de entrada, com os conjuntos difusos, correspondentes ao seu domínio. O resultado da operação neste estágio produz o

limite de ativação para o “conseqüente” de cada regra em estudo para uma dada situação (vetor com dados numéricos de entrada).

A função MAX (conectivo OU relativo às t-conormas) é aplicada no conjunto dos conseqüentes, devidamente ponderados e agregados. A região difusa de saída agregada é obtida, tomando-se o máximo destes conjuntos difusos minimizados. O processo nada mais é do que o truncamento dos conjuntos difusos dos conseqüentes, para que o conjunto difuso resultante reflita as contribuições de todas as proposições (regras).

Finalmente, como as variáveis de entrada foram “fuzzificadas”, é necessário realizar a “defuzzificação” nas variáveis de saída, pois o mundo físico não entende os conjuntos difusos, sendo necessário a geração de grandezas abruptas que resumam a informação contida nos resultados. O processo de condensação ou “defuzzyficação” é a transformação da forma fuzzificada (lingüística), para forma determinística ou precisa (numérica), de modo a associar a cada conjunto difuso um elemento que o represente. Nesta fase final, obtém-se um valor escalar (ou abrupto) de saída, representativo do conjunto difuso resultante da operação MAX anterior. O processo pode ser feito usando-se, entre outros, o método dos máximos, da média dos máximos, ou o método do centróide. O cálculo do centróide é o método mais usado para “defuzzyficação”. A saída precisa, é dada pela abcissa do baricentro centro de gravidade, do conjunto difuso conseqüente (gráfico da função de pertinência) obtido pela composição das regras (NETO, 2006).

## ANEXO B

### VARIÁVEIS

#### VARIÁVEIS INTERNAS DO MODELO

As seguintes variáveis são inicializadas, com valor igual a zero, para uma corrida com n replicações (correspondente ao teste de desempenho de uma equipe):

- NTP = número total de pacientes;
- NTPN1/NTPN2/NTPN3/NTPN4/NTPN5 = número total de pacientes de cada nível real de risco (N1 a N5);
- NCSUB = Número de Casos de Sub-classificação;
- NCSUPER = Número de Casos de Super-classificação;
- RPSUPER12EV345 = Número de pacientes com revisão após a classificação de risco (super-classificados no grupo de alta gravidade, como nível 1 ou 2, em vez do grupo de média ou baixa gravidade, como nível 3, 4 ou 5);
- RPSSUB345EV12 = Número de pacientes com revisão após a classificação de risco (sub-classificados no grupo de média ou baixa gravidade, como nível 3, 4 ou 5, em vez do grupo de alta gravidade, como nível 1 ou 2);
- NSUBAVRECO = Número de casos sub-avaliados, dentro do sistema, e reclassificados corretamente;
- MORTEN1 = Número de casos de morte de pacientes de nível de risco real 1 que, embora corretamente encaminhados, excederam o tempo limite para este nível;
- MORTEN2 = Número de casos de morte de pacientes de nível de risco real 2 que, embora corretamente encaminhados, excederam o tempo limite para este nível;
- MORTEESP1 = Número de casos de morte de pacientes nível de risco real 1, por espera excessiva dentro do sistema, devido a erro de encaminhamento durante o procedimento de classificação de risco;



- MORTESPN2 = Número de casos de morte de pacientes nível de risco real 2, por espera excessiva dentro do sistema, devido a erro de encaminhamento durante o procedimento de classificação de risco;

Os seguintes parâmetros e variáveis são usados durante as fases:

### **Fase A**

- Parâmetros de Entrada

$IQ_{mn}$  = Índice de Qualificação do Agente na Tarefa; e

$DT_i$  = Distribuição de Tempo da Tarefa;

$NSR_x$  = Variável global do nível de risco real do paciente x (gerado pela sub-rotina da fase 0)

- Variáveis Locais

$N_{AtribuídoA}$  = nível de risco atribuído ( $NSA_x$ ) na fase A. Em caso de decisão pelo encaminhamento externo, esta variável local recebe valor inteiro entre 1 e 5, usado para comparação com o valor de  $NSR_x$ ; e

$tempofaseA$  = variável local calculada por uma sub-rotina, em função da DT da tarefa elementar e do índice de qualificação do agente da fase A. Resultado é somado ao tempo na fila da fase A e armazenado como o tempo total do procedimento até a fase A.

Ao término da fase A, as seguintes variáveis poderão ser calculadas, e armazenadas:

1) Para cálculo do percentual de classificação correta de categoria em cada fase

$N1CN1A$  – Nº de casos de nível real 1 classificados como nível 1, pelo agente da fase A (Encaminhamento Externo).

2) Para cálculo de taxas de sub-classificação ou superclassificação de categorias

$N345CN1A$  - Nº de casos de nível real 3, 4, ou 5 classificados como nível 1, pelo agente da fase A (Encaminhamento Externo); e

$N2CN1A$  - Nº de casos de nível real 2 classificados como nível 1, pelo agente da fase A (Encaminhamento Externo).

Para taxas de super-classificação usar valores calculados em N345CN1A e N2CN1A, e somá-los à variável de super-classificação (NCSuper).

3) Para cálculo de taxa revisão de pacientes após a triagem

Para taxa de revisão de pacientes (superclassificados como nível 1 ou 2 em vez de nível real 3, 4 e 5) usar valor calculado em N345CN1A, e somá-lo à variável de Revisão de Pacientes (RPSuper12EV345).

4) Para cálculo de tempo de permanência no sistema em cada nível

TN1CN1A – Tempo de permanência no sistema, para os casos de nível real 1, classificados corretamente como nível 1, pelo agente da fase A (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento (inclui o tempo na fila da fase A e o tempofaseA calculado para esta fase). Este tempo servirá para comparação com o tempo limite para pacientes de nível 1. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N1CN1A, para obter o TMTN1CN1A (tempo médio de permanência dos pacientes de nível 1, corretamente classificados na fase A). Este valor médio pode servir como base para comparação, com os tempos médios dos casos de reclassificação correta, de nível 1 das fases B, C e D ( $TMTN1RCN1B = TN1RCN1B/N1RCN1B$ , para o caso de reclassificação correta de nível 1 na fase B,  $TMTN1RCN1C = TN1RCN1C/N1RCN1C$ , para o caso de reclassificação correta de nível 1 na fase C, e  $TMTN1RCN1D = TN1RCN1D/N1RCN1D$ , para o caso de reclassificação correta de nível 1 na fase D);

**Fase B**

- Parâmetros de Entrada

$IQ_{mn}$  = Índice de Qualificação do Agente na Tarefa;

$DT_i$  = Distribuição de Tempo da Tarefa; e

$NSR_x$  = Variável global do nível de risco real do paciente x (vindo da sub-rotina da fase 0)

- Variáveis Locais

$N_{\text{AtribuídoB}}$  = nível de risco atribuído ( $NSA_x$ ) na fase B. Em caso de decisão pelo encaminhamento externo, esta variável local recebe valor inteiro entre 1 e 5, usado para comparação com o valor de  $NSR_x$ ; e

$\text{tempofaseB}$  = variável local calculada por uma sub-rotina, em função da DT da tarefa elementar, e do índice de qualificação do agente da fase B. Será somada ao tempo da fase anterior e ao tempo na fila da fase B, e o resultado é armazenado como o tempo total do procedimento até a fase B.

Ao término da fase B, as seguintes variáveis poderão ser calculadas, e armazenadas.

1) Para cálculo do percentual de classificação correta de categoria em cada fase

$N2CN2B$  - N<sup>o</sup> de casos de nível real 2, classificados como nível 2, pelo agente da fase B (Encaminhamento Externo).

2) Para cálculo de taxas de sub-classificação ou superclassificação de categorias

$N1RCN2B$  - N<sup>o</sup> de casos de nível real 1, reclassificados como nível 2, pelo agente da fase B (sub-avaliados incorretamente na fase A e reclassificados incorretamente em B) (Encaminhamento Externo);

$N345RCN2B$  - N<sup>o</sup> de casos de nível real 3, 4, ou 5, reclassificados incorretamente como nível 2 (avaliados corretamente na fase A), pelo agente da fase B (Encaminhamento Externo);

$N345RCN1B$  - N<sup>o</sup> de casos de nível real 3, 4, ou 5, reclassificados incorretamente como nível 1 (avaliados corretamente na fase A), pelo agente da fase B (Encaminhamento Externo);e

$N2RCN1B$  – N<sup>o</sup> Casos de nível real 2, reclassificados incorretamente como nível 1 (avaliados corretamente na fase A), pelo agente da fase B (Encaminhamento Externo).

Para taxas de sub-classificação usar valores calculados em  $N1RCN2B$ , e somá-lo à variável de sub-classificação ( $NCS_{\text{Sub}}$ ).

Para taxas de super-classificação usar valores calculados em N345RCN2B, N345RCN1B e N2RCN1B, e somá-los à variável de super-classificação (NCSuper).

3) Para cálculo de taxas de sub ou super-avaliação com reclassificação correta

N1RCN1B – N° Casos de nível real 1, reclassificados corretamente como nível 1 (avaliados incorretamente na fase A), pelo agente da fase B (Encaminhamento Externo).

Para taxas de sub-avaliação com reclassificação correta usar valor calculado em N1RCN1B, e somá-lo à variável de sub-avaliação, com reclassificação correta (NSubAvReCo).

4) Para cálculo de taxa revisão de pacientes após a triagem

Para taxa de revisão de pacientes (superclassificados como nível 1 e 2 em vez de nível 3,4 e 5) usar valores calculados em N345RCN2B e N345RCN1B, e somá-los à variável de Revisão de Pacientes (RPSuper12EV345).

5) Para cálculo de tempo de permanência no sistema em cada nível

TN2CN2B - Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 2, classificados corretamente como nível 2, pelo agente da fase B (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento (inclui os tempos de fila das fases A e B, o tempofaseA, e o tempofaseB calculado para esta fase). Este tempo servirá para comparação com o tempo limite para pacientes de nível 2. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N2CN2B, para obter o TMTN2CN2B (tempo médio de permanência dos pacientes de nível 2, corretamente classificados na fase B). Este valor médio pode servir como base para comparação, com os tempos médios dos casos de reclassificação correta de nível real 2 das fases C e D ( $TMTN2RCN2C = TN2RCN2C/N2RCN2C$  e  $TMTN2RCN2D = TN2RCN2D/N2RCN2D$ );

TN1RCN1B – Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 1, reclassificados corretamente como nível 1, pelo agente da fase B (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento descrita acima. Este tempo servirá para comparação com

o tempo limite para pacientes de nível 1. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N1RCN1B, para obter o tempo médio (TMTN1RCN1B).

### **Fase C**

- Parâmetros de Entrada

$IQ_{mn}$  = Índice de Qualificação do Agente na Tarefa;

$DT_i$  = Distribuição de Tempo da Tarefa; e

$NSR_x$  = Variável global do nível de risco real do paciente x (vindo da sub-rotina da fase 0)

- Variáveis Locais

$N_{AtribuídoC}$  = nível de risco atribuído ( $NSA_x$ ) na fase C. Em caso de decisão pelo encaminhamento externo, esta variável local recebe valor inteiro entre 1 e 5, usado para comparação com o valor de  $NSR_x$ ; e

$tempofaseC$  = variável local calculada por uma sub-rotina, em função da DT da tarefa elementar e do índice de qualificação do agente da fase C. Será somada ao tempo da fase anterior e ao tempo na fila da fase C, e o resultado é armazenado como o tempo total do procedimento até a fase C.

Ao término da fase C, as seguintes variáveis poderão ser calculadas, e armazenadas:

1) Para cálculo do percentual de classificação correta de categoria em cada fase

$N5CN5C$  - N° de casos de nível real 5 classificados como nível 5, pelo agente da fase C (Encaminhamento Externo).

$N4CN4C$  - N° de casos de nível real 4 classificados como nível 4, pelo agente da fase (Encaminhamento Externo).

2) Para cálculo de taxas de sub-classificação ou super-classificação de categorias

$N1RCN5C$  - N° de casos de nível real 1 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase C (sub-avaliados incorretamente nas fases A e B e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

$N1RCN4C$  - N° de casos de nível real 1 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase C (sub-avaliados incorretamente nas fases A e B e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N2RCN5C - Nº de casos de nível real 2 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase C (sub-avaliados incorretamente na fase B e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N2RCN4C - Nº de casos de nível real 2 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase C (sub-avaliados incorretamente na fase B e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N3RCN4C - Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N3RCN5C - Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N4RCN5C - Nº de casos de nível real 4 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N1RCN2C - Nº de casos de nível real 1 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase C (sub-avaliados incorretamente nas fases A e B e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N2RCN1C - Nº de casos de nível real 2 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase C (sub-avaliados incorretamente na fase B e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N5RCN4C - Nº de casos de nível real 5 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N3RCN1C - Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N4RCN1C - Nº de casos de nível real 4 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N5RCN1C - Nº de casos de nível real 5 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N3RCN2C - Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N4RCN2C - Nº de casos de nível real 4 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

N5RCN2C - Nº de casos de nível real 5 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase C (avaliados corretamente nas fases A e B, e reclassificados incorretamente em C) (Encaminhamento Externo);

Para taxas de sub-classificação usar valores calculados em N1RCN5C, N1RCN4C, N2RCN5C, N2RCN4C, N3RCN4C, N3RCN5C, N4RCN5C, N1RCN2C, e somá-lo à variável de sub-classificação (NCSub).

Para taxas de super-classificação usar valores calculados em N2RCN1C, N5RCN4C, N3RCN1C, N4RCN1C, N5RCN1C, N3RCN2C, N4RCN2C, N5RCN2C e somá-los à variável de super-classificação (NCSuper).

### 3) Para cálculo de taxas de sub ou super-avaliação com reclassificação correta

N1RCN1C – Nº Casos de nível real 1 reclassificados corretamente como nível 1, pelo agente da fase C (Encaminhamento Externo). (avaliados incorretamente por 2 vezes - fases A e B).

N2RCN2C – Nº Casos de nível real 2, reclassificados corretamente como nível 2, pelo agente da fase C (Encaminhamento Externo). (avaliados incorretamente 1 vez - fase B).

Para taxas de sub-avaliação com reclassificação correta usar valor calculado em N1RCN1C, e N2RCN2C, e somá-los à variável de sub-avaliação, com reclassificação correta (NSubAvReCo).

4) Para cálculo de taxa revisão de pacientes após a triagem

Para taxa de revisão de pacientes (subclassificados como nível 3,4 ou 5 em vez de nível 1 ou 2) usar valores calculados em N1RCN5C, N1RCN4C, N2RCN5C, N2RCN4C, e somá-los à variável de Revisão de Pacientes (RPSub345EV12).

Para taxa de revisão de pacientes (superclassificados como nível 1 ou 2 em vez de nível 3, 4 ou 5) usar valores calculados em N3RCN1C, N4RCN1C, N5RCN1C, N3RCN2C, N4RCN2C, N5RCN2C, e somá-los à variável de Revisão de Pacientes (RPSuper12EV345).

5) Para cálculo de tempo de permanência no sistema em cada nível

TN1RCN1C - Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 1, reclassificados corretamente como nível 1, pelo agente da fase C (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento (inclui os tempos de fila das fases A, B e C, o tempofaseA, o tempofaseB, e o tempofaseC calculado para esta fase). Este tempo servirá para comparação com o tempo limite para pacientes de nível 1. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N1RCN1C, para obter o tempo médio (TMTN1RCN1C).

TN2RCN2C - Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 2, reclassificados corretamente como nível 2, pelo agente da fase C (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento descrita acima. Este tempo servirá para comparação com o tempo limite para pacientes de nível 2. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N2RCN2C, para obter o tempo médio de permanência dos pacientes de nível 2 corretamente reclassificados na fase C (TMTN2RCN2C).

Tempo médio de espera para atendimento de paciente de nível 3, 4 ou 5

Usar valores calculados em:



TN4CN4C – Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 4, classificados corretamente como nível 4, pelo agente da fase C (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N4CN4C, para obter o tempo médio de permanência dos pacientes de nível 4 corretamente classificados na fase C (TMTN4CN4C).

TN5CN5C – Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 5, classificados corretamente como nível 5, pelo agente da fase C (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N5CN5C, para obter o tempo médio de permanência dos pacientes de nível 5 corretamente classificados na fase C (TMTN5CN5C).

### **Fase D**

- Parâmetros de Entrada

$IQ_{mn}$  = Índice de Qualificação do Agente na Tarefa;  
 $DT_i$  = Distribuição de Tempo da Tarefa;  
 $NSR_x$  = Variável global do nível de risco real do paciente x (vindo da sub-rotina da fase 0)

- Variáveis Locais

NAtribuídoD = nível de risco atribuído ( $NSA_x$ ) na fase D. Em caso de decisão pelo encaminhamento externo, esta variável local recebe valor inteiro entre 1 e 5, usado para comparação com o valor de  $NSR_x$ ; e

tempofaseD = variável local calculada por uma sub-rotina, em função da DT da tarefa elementar e do índice de qualificação do agente da fase D. Será somada ao tempo da fase anterior e ao tempo na fila da fase D, e o resultado é armazenado como o tempo total do procedimento até a fase D.

Ao término da fase D, as seguintes variáveis poderão ser calculadas, e armazenadas:

- 1) Para cálculo do percentual de classificação correta de categoria em cada fase

N2RCN2D - N° de casos de nível real 2 sub-avaliados como possível nível 3, pelo agente da fase C, e reclassificados como nível 2, pelo agente da fase D

(avaliados corretamente na fase A, e sub-avaliados nas fases B e C)  
(Encaminhamento Externo)

N3CN3D - Nº de casos de nível real 3 avaliados corretamente como possível nível 3, pelo agente da fase C, e classificados como nível 3, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A, B, C, e D) (Encaminhamento Externo)

N1RCN1D \* - Nº de casos de nível real 1 sub-avaliados como possível nível 3, pelo agente da fase C, e reclassificados como nível 1, pelo agente da fase D (sub-avaliados nas fases A, B e C) (Encaminhamento Externo).

N4RCN4D \*- Nº de casos de nível real 4 super-avaliados como possível nível 3, pelo agente da fase C, e reclassificados como nível 4, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, e super-avaliados na fase C) (Encaminhamento Externo).

N5RCN5D \*- Nº de casos de nível real 5 super-avaliados como possível nível 3, pelo agente da fase C, e reclassificados como nível 5, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B ,e super-avaliados na fase C) (Encaminhamento Externo).

2) Para cálculo de taxas de sub-classificação ou super-classificação de categorias

N1RCN4D \*- Nº de casos de nível real 1 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase D (sub-avaliados incorretamente nas fases A, B, e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N1RCN5D \* - Nº de casos de nível real 1 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase D (sub-avaliados incorretamente nas fases A, B, e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N1RCN2D \* - Nº de casos de nível real 1 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase D (sub-avaliados incorretamente nas fases A, B, e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N1RCN3D \* - Nº de casos de nível real 1 reclassificados como nível 3, pelo agente da fase D (sub-avaliados incorretamente nas fases A, B, e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N2RCN4D \* - Nº de casos de nível real 2 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase D (avaliado corretamente na fase A, sub-avaliados incorretamente nas fases B e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N2RCN5D \* - Nº de casos de nível real 2 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase D (avaliado corretamente na fase A, sub-avaliados incorretamente nas fases B e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N2RCN3D \* - Nº de casos de nível real 2 reclassificados como nível 3, pelo agente da fase D (avaliados corretamente na fase A, sub-avaliados incorretamente nas fases B e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N3RCN4D \* - Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase D (avaliados corretamente na fase A, B e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N3RCN5D \* - Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase D (avaliados corretamente na fase A, B e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N4RCN5D \*- Nº de casos de nível real 4 reclassificados como nível 5, pelo agente da fase D (avaliados corretamente na fase A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N2RCN1D \* - Nº de casos de nível real 2 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase D (avaliado corretamente na fase A, sub-avaliados incorretamente nas fases B e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N3RCN2D \*- Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A, B, e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N3RCN1D \*- Nº de casos de nível real 3 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A, B, e C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N4RCN1D \* - N<sup>o</sup> de casos de nível real 4 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N4RCN2D \* - N<sup>o</sup> de casos de nível real 4 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N4RCN3D \* - N<sup>o</sup> de casos de nível real 4 reclassificados como nível 3, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N5RCN1D \* - N<sup>o</sup> de casos de nível real 5 reclassificados como nível 1, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N5RCN2D \* - N<sup>o</sup> de casos de nível real 5 reclassificados como nível 2, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N5RCN3D \* - N<sup>o</sup> de casos de nível real 5, reclassificados como nível 3, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

N5RCN4D \* - N<sup>o</sup> de casos de nível real 5 reclassificados como nível 4, pelo agente da fase D (avaliados corretamente nas fases A e B, super-avaliados na fase C, e reclassificados incorretamente em D) (Encaminhamento Externo);

Para taxas de sub-classificação usar valores calculados em N1RCN4D, N1RCN5D, N1RCN2D, N1RCN3D, N2RCN5D, N2RCN4D, N2RCN3D, N3RCN4D, N3RCN5D, N4RCN5D, e somá-lo à variável de sub-classificação (NCSub).

Para taxas de super-classificação usar valores calculados em N2RCN1D, N3RCN2D, N3RCN1D, N4RCN1D, N4RCN2D, N4RCN3D, N5RCN1D, N5RCN2D, N5RCN3D, N5RCN4D, e somá-los à variável de super-classificação (NCSuper).

(\*) Apenas para o modelo agregado

3) Para cálculo de taxas de sub ou super-avaliação com reclassificação correta

N1RCN1D \* (3 vezes sub-avaliados nas fases A, B e C); e

N2RCN2D (avaliados corretamente na fase A, e 2 vezes sub-avaliados nas fases B e C).

Para taxas de sub-avaliação, com reclassificação correta usar valor calculado em N1RCN1D (3 vezes), e N2RCN2D (2 vezes), e somá-los à variável de sub-avaliação, com reclassificação correta (NSubAvReCo).

(\*) Apenas para o modelo agregado

4) Para cálculo de taxa revisão de pacientes após a triagem

Para taxa de revisão de pacientes (sub-classificados como nível 3, 4 e 5 em vez de nível 1 e 2) usar valores calculados em N1RCN5D \*, N1RCN4D \*, N1RCN3D \*, N2RCN5D \*, N2RCN4D \*, e N2RCN3D \*, e somá-los à variável de Revisão de Pacientes (RPSub345EV12).

Para taxa de revisão de pacientes (superclassificados como nível 1 e 2 em vez de nível 3,4 e 5) usar valores calculados em N5RCN1D \*, N5RCN2D \*, N4RCN1D \*, N4RCN2D \*, N3RCN1D\*, e N3RCN2D \* e somá-los à variável de Revisão de Pacientes (RPSuper12EV345).

(\*) Apenas para o modelo agregado

5) Para cálculo de tempo de permanência no sistema em cada nível

TN2RCN2D - Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 2, reclassificados corretamente como nível 2, pelo agente da fase D (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento (inclui os tempos de fila das fases A, B, C e D, o tempofaseA, o tempofaseB, o tempofaseC, e o tempofaseD calculado para esta fase). Este tempo servirá para comparação com o tempo limite para pacientes de nível real 2. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N2RCN2D, para obter o tempo médio (TMTN2RCN2D).

TN3CN3D - Tempo de permanência no sistema para os casos de nível real 3, classificados corretamente como nível 3, pelo agente da fase D (Encaminhamento Externo). Após o encaminhamento, esta variável recebe o valor contido na variável de tempo total do procedimento descrita acima. Ao final da corrida, seu valor será dividido pelo N3CN3D, para obter o tempo médio (TMTN3CN3D).

### CÁLCULO DAS VARIÁVEIS E PERCENTUAIS NA LÓGICA FINAL

A maioria das variáveis globais é calculada diretamente após a série de corridas e mostradas em relatório tipo “spreadsheet”. Embora a programação permita o cálculo de muitas variáveis e percentuais para livre escolha, apenas alguns deles serão efetivamente selecionados para análise do comportamento do sistema, segundo os critérios do decisor. Com isso o modelo fica mais flexível para posterior reutilização.

Para desempenho relativo a uma equipe (somatório  $\Sigma$  para as n replicações de 1 corrida):

#### Percentuais de Casos

Percentual de N1CN1A =  $\Sigma$  N1CN1A – dividida por  $\Sigma$ NTPN1

Percentual de N2CN2B =  $\Sigma$  N2CN2B – dividida por  $\Sigma$ NTPN2

Percentual de N3CN3D =  $\Sigma$  N3CN3D – dividida por  $\Sigma$ NTPN3

Percentual de N4CN4C =  $\Sigma$  N4CN4C – dividida por  $\Sigma$ NTPN4

Percentual de N5CN5C =  $\Sigma$  N5CN5C – dividida por  $\Sigma$ NTPN5

Percentual de N1RCN1B =  $\Sigma$  N1RCN1B – dividida por  $\Sigma$ NTPN1(\*)

Percentual de N1RCN1C =  $\Sigma$  N1RCN1C – dividida por  $\Sigma$ NTPN1

Percentual de N2RCN2C =  $\Sigma$  N2RCN2C – dividida por  $\Sigma$ NTPN2

Percentual de N1RCN1D =  $\Sigma$  N1RCN1D – dividida por  $\Sigma$ NTPN1 (\*)

Percentual de N2RCN2D =  $\Sigma$  N2RCN2D – dividida por  $\Sigma$ NTPN2 (\*)

(\*) Para o modelo agregado são compostos com os valores da fase anterior

#### Taxa de sub-classificação

Taxa de NCSUB =  $(\Sigma$  N1RCN2B +  $\Sigma$  N1RCN5C +  $\Sigma$  N1RCN4C +  $\Sigma$  N2RCN5C +  $\Sigma$  N2RCN4C +  $\Sigma$  N3RCN4C +  $\Sigma$  N3RCN5C +  $\Sigma$  N4RCN5C +  $\Sigma$  N1RCN2C +  $\Sigma$

$N1RCN4D + \sum N1RCN5D + \sum N1RCN2D + \sum N1RCN3D + \sum N2RCN5D + \sum N2RCN4D + \sum N2RCN3D + \sum N3RCN4D + \sum N3RCN5D + \sum N4RCN5D$ ) - dividida por NTP

#### Taxa de Superclassificação

Taxa de NCSuper =  $(\sum N345CN1A + \sum N2CN1A + \sum N345RCN2B + \sum N345RCN1B + \sum N2RCN1B + \sum N2RCN1C + \sum N5RCN4C + \sum N3RCN1C + \sum N4RCN1C + \sum N5RCN1C + \sum N3RCN2C + \sum N4RCN2C + \sum N5RCN2C + \sum N2RCN1D + \sum N3RCN2D + \sum N3RCN1D + \sum N4RCN1D + \sum N4RCN2D + \sum N4RCN3D + \sum N5RCN1D + \sum N5RCN2D + \sum N5RCN3D + \sum N5RCN4D)$  - dividida por NTP

#### Taxa de Sub-avaliação com reclassificação correta

Taxa de NSubAvReCo =  $(\sum N1RCN1B + \sum N1RCN1C + \sum N2RCN2C + \sum N1RCN1D + \sum N2RCN2D)$  - dividida por  $(\sum NTPN1 + \sum NTPN2)$

#### Taxa de Revisão de Pacientes após a triagem por grupos

- Super-classificados como nível 1 ou 2 em vez de nível real 3, 4 e 5

Taxa de RPSuper12EV345 =  $(\sum N345CN1A + \sum N345RCN2B + \sum N345RCN1B + \sum N3RCN1C + \sum N4RCN1C + \sum N5RCN1C + \sum N3RCN2C + \sum N4RCN2C + \sum N5RCN2C + \sum N5RCN1D + \sum N5RCN2D + \sum N4RCN1D + \sum N4RCN2D + \sum N3RCN1D + \sum N3RCN2D)$  - dividida por  $(\sum NTPN3 + \sum NTPN4 + \sum NTPN5)$

- Sub-classificados como nível 3,4 ou 5 em vez de nível real 1 e 2

Taxa de RPSub345EV12 =  $(\sum N1RCN5C + \sum N1RCN4C + \sum N2RCN5C + \sum N2RCN4C + \sum N1RCN5D + \sum N1RCN4D + \sum N1RCN3D + \sum N2RCN5D + \sum N2RCN4D + \sum N2RCN3D)$  dividida por  $(\sum NTPN1 + \sum NTPN2)$ .

#### Tempo de Permanência no Sistema

Tempos Médios:

$$TMTN1CN1A = \sum TN1CN1A / \sum N1CN1A$$

$$TMTN1RCN1B = \sum TN1RCN1B / \sum N1RCN1B (*)$$

$$\begin{aligned} \text{TMTN1RCN1C} &= \sum \text{TN1RCN1C} / \sum \text{N1RCN1C} \\ \text{TMTN2CN2B} &= \sum \text{TN2CN2B} / \sum \text{N2CN2B} \\ \text{TMTN2RCN2C} &= \sum \text{TN2RCN2C} / \sum \text{N2RCN2C} \\ \text{TMTN2RCN2D} &= \sum \text{TN2RCN2D} / \sum \text{N2RCN2D} (*) \\ \text{TMTN4CN4C} &= \sum \text{TN4CN4C} / \sum \text{N4CN4C} \\ \text{TMTN5CN5C} &= \sum \text{TN5CN5C} / \sum \text{N5CN5C} \\ \text{TMTN3CN3D} &= \sum \text{TN3CN3D} / \sum \text{N3CN3D} \end{aligned}$$

(\*) Para o modelo agregado são somados com os valores da fase anterior

#### Valores e Percentuais de Penalidades para nível 1 e 2

$$\text{Valor Penalidade Nível 1} = (\sum \text{MORTEN1}) + (\sum \text{MORTESPNN1})$$

$$\text{Valor Penalidade Nível 2} = (\sum \text{MORTEN2}) + (\sum \text{MORTESPNN2})$$

$$\text{Percentual de MORTEN1} = (\sum \text{MORTEN1}) - \text{dividida por } (\sum \text{NTPN1})$$

$$\text{Percentual de MORTEN2} = (\sum \text{MORTEN2}) - \text{dividida por } (\sum \text{NTPN2})$$

$$\text{Percentual de MORTESPNN1} = (\sum \text{MORTESPNN1}) - \text{dividida por } (\sum \text{NTPN1})$$

$$\text{Percentual de MORTESPNN2} = (\sum \text{MORTESPNN2}) - \text{dividida por } (\sum \text{NTPN2})$$

$$\text{Percentual de Mortes de N1} = (\sum \text{MORTEN1} + \sum \text{MORTESPNN1}) - \text{dividida por } (\sum \text{NTPN1})$$

$$\text{Percentual de Mortes de N2} = (\sum \text{MORTEN2} + \sum \text{MORTESPNN2}) - \text{dividida por } (\sum \text{NTPN2})$$



## ANEXO C

### TUPLAS

#### PLANEJAMENTO DA SIMULAÇÃO COM A AJUDA DE TUPLAS

Um esquema social foi desenvolvido para representar o conhecimento funcional, em uma simulação social que descreve um procedimento de classificação de risco em cinco níveis de risco. Este esquema pode ser entendido como: um conjunto estruturado de tarefas usadas por um conjunto de agentes, para a consecução de um objetivo social. O esquema social, baseado na criação de tuplas, facilita o entendimento do modelo e a organização da simulação. Além disso, as alterações para formação de múltiplas combinações, durante a fase de experimentos, podem ser facilmente entendidas, com a visualização das informações na forma de tuplas. O esquema social proposto envolve as seguintes tuplas e sub-tuplas:

#### 1) Tupla Social (TS)

A Tupla Social é o conjunto mais abrangente da simulação social refletindo, no mundo virtual, as estruturas do mundo real.

$TS = \langle OF, CT, CP, CA, CPac \rangle$ , onde:

- O Objetivo final (OF) a ser alcançado ao final de uma replicação da simulação;
- O Conjunto (CT) de todas as tarefas elementares ( $TE_i$ );
- O Conjunto (CP) de todos os papéis ( $P_n$ ) a serem desempenhados;
- O Conjunto (CA) de todos os agentes ( $A_m$ ) envolvidos no procedimento; e
- O Conjunto ( $CPac_y$ ) dos pacientes ( $PAC_x$ ) envolvidos no procedimento.

#### A) Objetivo Final (OF)

O objetivo final da simulação é o fim do procedimento de classificação de risco, em resposta à entrada de um paciente, encerrando uma replicação. Ele ocorre após a atribuição de nível de risco ( $NSA_x$ ), e o posterior encaminhamento externo do paciente para fora do setor de classificação de risco. Como há possibilidade de ocorrência de

erros de avaliação, o objetivo final será alcançado, mesmo que, o encaminhamento seja feito de forma incorreta. Enquanto o nível de risco não for atribuído ao paciente, o objetivo final não será atingido.

O correto encaminhamento externo é obtido, quando o nível de risco atribuído ( $NSA_x$ ) for igual ao nível de risco real do paciente ( $NSR_x$ ). A forma incorreta de encaminhamento externo (para local incompatível com o estado real do paciente) ocorre quando os níveis de risco real e atribuído forem diferentes.

OF (Objetivo(s) Final(is)) =

[Encaminhamento do paciente para fora do sistema com  $NSA_x = NSR_x$ ] ou,

[Encaminhamento do paciente para fora do sistema com  $NSA_x \neq NSR_x$ ]

Onde,

$NSA_x$  = nível de risco atribuído ao paciente x; e

$NSR_x$  = nível de risco real do paciente x.

#### B) Conjunto das Tarefas Elementares (CT)

Todas as tarefas elementares ( $TE_i$ ) (onde  $i \in \{A, B, C, D\}$  (o conjunto das fases do procedimento completo de classificação de risco)) que compõe o algoritmo estão contidas no CT.

$$CT = \{TE_A ; TE_B ; TE_C ; TE_D \}$$

Considera-se como fase zero a fase anterior ao início do procedimento que envolve a recepção e o cadastramento do paciente. Para o modelo agregado, as tarefas elementares  $TE_A$  e  $TE_B$  são consideradas como uma, assim como, as tarefas  $TE_C$  e  $TE_D$ , seguindo o descrito no capítulo 7. A seguir são descritas as rotinas operacionais que as compõe:

##### Fase O (anterior ao procedimento de classificação de risco)

- Receber paciente; e
- Cadastrar paciente.

##### Fase A ( $TE_A$ )

- Levantar dados sobre o paciente (rápido histórico e sintomas);
- Realizar testes com o paciente de acordo com os critérios de risco da fase A;
- Avaliar paciente sob critérios de risco da fase A;

- Atribuir nível de risco, encaminhando o paciente para o local externo compatível com o atendimento de pacientes de nível 1; ou encaminhar o paciente para fase B.

#### Fase B (TE<sub>B</sub>)

- Checar dados sobre o paciente obtidos na fase A (correção ou ampliação);
- Realizar testes com o paciente de acordo com os critérios de risco da fase B;
- Avaliar paciente sob critérios de risco da fase B;
- Atribuir nível de risco, encaminhando o paciente para o local externo compatível com o atendimento de pacientes de nível 2; reclassificá-lo como nível 1, reencaminhando-o para o local externo compatível com o atendimento de pacientes de nível 1; ou encaminhar o paciente para fase C.

#### Fase C (TE<sub>C</sub>)

- Checar dados sobre o paciente obtidos nas fases A e B (correção ou ampliação);
- Avaliar quantidade de recursos médicos necessários para posterior atendimento e diagnóstico;
- Atribuir nível de risco, encaminhando o paciente para um dos locais externos compatíveis com o atendimento de pacientes de nível 4 (necessidade de um recurso) ou 5 (nenhum recurso); reclassificá-lo como nível 1 ou 2, reencaminhando-o para os locais externos compatíveis com o atendimento; ou encaminhar o paciente para fase D.

#### Fase D (TE<sub>D</sub>)

- Checar dados sobre o paciente obtidos nas fases A, B e C (correção ou ampliação);
- Realizar testes com o paciente de acordo com os critérios de risco da fase D;
- Avaliar paciente em função dos sinais vitais obtidos;
- Atribuir nível de risco, encaminhando o paciente para o local externo compatível com o atendimento de pacientes de nível 3; ou para o local externo compatível com o atendimento de pacientes de nível 2.

### C) Conjunto dos Papéis (CP)

Cada papel desempenhado corresponde a uma das fases do procedimento, compondo o conjunto de todos os papéis. Assim, tem-se para P<sub>n</sub>, onde n ∈ {A, B, C, D} (conjunto das fases do procedimento de classificação de risco) :

$$CP = \{ P_A ; P_B ; P_C ; P_D \}$$

$P_A$  = Agente da fase A  
 $P_B$  = Agente da fase B  
 $P_C$  = Agente da fase C  
 $P_D$  = Agente da fase D

D) Conjunto dos Agentes (CA)

Todos os agentes, que podem desempenhar papéis dentro do algoritmo, devem estar neste conjunto. A quantidade de agentes e os papéis que eles podem desempenhar possibilitam a formação de várias combinações de equipes.

O conjunto de agentes a ser analisado é:

$$CA = [ (IDA_m, P_n ) ]$$

$IDA_m$ , é o identificador do agente,  
Onde, m varia de 1 até número total de agentes

$P_n \in CP = \{ P_A ; P_B ; P_C ; P_D \}$ ,  
onde,  $n \in \{ A, B, C, D \}$  (conjunto das fases do procedimento de classificação)

E) Conjunto dos Pacientes (Cpac<sub>y</sub>)

Este conjunto será composto pelos pacientes pertencentes a cada um dos cinco níveis de risco real (y), onde  $y = 1,2,3,4$  ou  $5$ . A proporção de pacientes com diferentes níveis de risco será estabelecida em função de dados históricos. Assim,

$$Cpac_y = \{ PAC_x \}$$

Por exemplo: se para risco 1 houver uma proporção de 2% de um total de 100 pacientes, ter-se-á o conjunto  $Cpac_1 = \{ PAC_{42} , PAC_{70} \}$  com 2 sub-conjuntos (ver a descrição na sub-tupla do paciente), como elementos.

2) Tupla Ambiental (TA)

A Tupla Ambiental é a tupla que detalha os componentes do ambiente virtual, definidos na tupla social, simplificando a organização da simulação. É composta por 3 sub-tuplas:

$$TA = < STAG_m , STTE_i , PAC_x >$$

Onde,  
m varia de 1 até número total de agentes;  
 $i \in \{ A, B, C, D \}$  (conjunto das fases do procedimento); e  
x varia de 1 até o número total de pacientes

A) Sub-tupla dos Agentes (STAG<sub>m</sub>)

$$STAG_m = [ IDA_m , P_n , IQ_{mn} ]$$

Onde,  
 $m$  varia de 1 até número total de agentes;  
 $P_n \in CP = \{ P_A ; P_B ; P_C ; P_D \}; e$   
 $n \in \{A, B, C, D\}$  (conjunto das fases do procedimento de triagem)

É a sub-tupla que detalha cada agente da equipe, a partir do conjunto de agentes (CA). Além do identificador do agente ( $IDA_m$ ), ela deve conter todos os papéis ( $P_n$ ), que ele pode desempenhar no procedimento, e os respectivos Índices de Qualificação ( $IQ_{mn}$ ).

#### B) Sub-tupla das Tarefas Elementares (STTE<sub>i</sub>)

STTE<sub>i</sub> = [ ID<sub>i</sub> , DT<sub>i</sub>, P<sub>n</sub>, (IDA<sub>m</sub> , IQ<sub>mn</sub>), SCPrC<sub>i</sub> , SCPoC<sub>i</sub> ]  
 Onde,

$m$  varia de 1 até número total de agentes;

$P_n \in CP = \{ P_A ; P_B ; P_C ; P_D \}; e$   
 $i, n \in \{A, B, C, D\}$  (conjunto das fases do procedimento de classificação de risco)

É a sub-tupla que detalha cada tarefa elementar (TE<sub>i</sub>), contida no conjunto de todas as tarefas do procedimento (CT). Além de uma identificação unívoca, ela estabelece a seqüência das tarefas dentro do procedimento, ao definir um sub-conjunto (SCPrC<sub>i</sub>) de pré-condições, e outro de pós-condições (SCPoC<sub>i</sub>), para cada tarefa elementar. O primeiro sub-conjunto inclui as condições necessárias para que a tarefa possa ser iniciada, enquanto que, o segundo indica as conseqüências da realização da tarefa. Como exemplo do primeiro caso, para uma tarefa de realizar um exame de ressonância magnética o SCPrC<sub>i</sub> poderia ser = {paciente diagnosticado, ordem para exame dada pelo médico-chefe, paciente em posição, agente responsável em posição, aparelho disponível}, ou, então, para uma tarefa de montagem de chassi de automóvel, o SCPrC<sub>i</sub> poderia ser = {pedido de montagem recebido, chassi em posição, agente montador em posição, máquina de montagem disponível}. Para as mesmas tarefas citadas, como exemplo de pós-condições ter-se-ia: após o exame de ressonância magnética ter sido realizado, o SCPoC<sub>i</sub> poderia ser = {exame de RM realizado, paciente na posição final (x,y), agente Z na posição final (x,y), aparelho disponível}, e após a montagem do chassi, o SCPoC<sub>i</sub> poderia ser = {chassi montado, agente montador na posição (x,y), máquina de montagem disponível na posição (x,y)}.

O papel que desempenhado ( $P_n$ ), o agente responsável pela tarefa ( $IDA_m$ ), e seu índice de qualificação do agente para o papel ( $IQ_{mn}$ ) são obtidos da sub-tupla dos agentes (STAG<sub>m</sub>). Isto permite que, quando uma nova equipe for testada, apenas os dados relativos ao agente executor sejam substituídos. Para que a sub-tupla das

tarefas esteja completa, devemos associar uma distribuição de tempo  $DT_i$  a cada tarefa elementar ( $TE_i$ ). As distribuições de tempo e seus parâmetros estão descritas no capítulo 9.

### C) Sub-tupla do Paciente ( $PAC_x$ )

É a sub-tupla que descreve as características do paciente. Além do identificador do paciente ( $IPAC_x$ ), contém o seu real nível de severidade ( $NSR_x$ ) recebido ao entrar no sistema, que servirá como parâmetro de comparação, com o nível de severidade atribuído ( $NSA_x$ ) por um agente avaliador.

A sub-tupla fica assim definida :

$$PAC_x = [ IPAC_x, NSR_x, NSA_x ]$$

x varia de 1 até número total de pacientes;

Exemplo :

$$PAC_1 = [ IPAC_1 = 1 \\ NSR_1 = 2 \\ NSA_1 = 3 ]$$

## AS TUPLAS E A DINÂMICA DO MODELO DA SIMULAÇÃO

### Início da Simulação

As estruturas do mundo virtual descritas na tupla social devem ser estabelecidas antes do início da simulação, assim como todos os agentes, e os papéis que possam desempenhar devem estar associados aos respectivos índices de qualificação.

Para visualização global da simulação, e de parâmetros a serem usados, as seguintes tuplas são definidas, permanecendo fixas durante todas as corridas :

> Tupla Social (TS) = < OF, CT, CP, CA, CPac >;

> Tupla Ambiental (TA):

- Sub-tupla de todos os m agentes -  $STAG_m = [ IDAm, P_n, IQ_{mn} ]$

- Na sub-tupla das tarefas elementares ( $STTE_i$ ), os conjuntos associados à cada  $ID_i$  :

$DT_i, SCPrC_i, SCPoC_i$

### Dentro das Fases A, B, C e D

A cada entrada de um paciente x do mundo exterior, com base em dados históricos, valores são atribuídos à variável global  $NSR_x$ .

Ao início de cada fase do algoritmo, devem estar associados todos os aspectos da tarefa elementar definidos ao início da simulação (distribuição de tempo, pré-condições e pós-condições), e, aqueles definidos em função da alocação de agentes para a nova equipe (agente x papel x índice de qualificação para o papel). A sub-tupla das tarefas elementares do procedimento composta servirá como referência para o conjunto de n replicações, para esta equipe. Esta sub-tupla será alterada, em função do planejamento de experimentos estabelecido, para as demais equipes a serem testadas.

Para as fases A, B, C e D, em caso de classificação de risco, o nível de risco atribuído ( $NSA_x$ ), da sub-tupla do paciente, receberá um valor inteiro de 1 a 5. Este será comparado com o nível de risco real ( $NSR_x$ ), gerado na entrada do paciente, para que variáveis de interesse possam ser computadas.

### COMPOSIÇÃO

#### Conjunto dos Agentes (CA)

$$CA = [ (IDA_m, P_n) ]$$

$$CA = [$$

(Agente 1

Papéis : Agente da fase A ( $P_A$ ) , Agente da fase B ( $P_B$ ), Agente da fase C ( $P_C$ ), Agente da fase D ( $P_D$ );

(Agente 2

Papéis : Agente da fase A ( $P_A$ ) e Agente da fase B ( $P_B$ ) ) ;

(Agente 3

Papéis : Agente da fase B ( $P_B$ ) e Agente da fase C ( $P_C$ ));

(Agente 4

Papéis : Agente da fase A ( $P_A$ ) e Agente da fase B ( $P_B$ ));

(Agente 5

Papéis : Agente da fase C ( $P_C$ ) e Agente da fase D ( $P_D$ ) ) ;

(Agente 6

Papéis : Agente da fase C ( $P_C$ ) e Agente da fase D ( $P_D$ )

]

#### Sub-tupla dos Agentes (STAG<sub>m</sub>)

$$STAG_m = [ IDA_m , P_n , IQ_{mn} ]$$

$$STAG_1 = [ IDA_1 = Agente 1$$

$P_A$  (Agente da Fase A),  $P_B$  (Agente da Fase B),  $P_C$  (Agente da fase C),  $P_D$  (Agente da fase D)

$$IQ_{1A} = 0,891$$

$$IQ_{1B} = 0,891$$

$$IQ_{1C} = 0,880$$

$$IQ_{1D} = 0,880 ]$$

$$STAG_2 = [ IDA_2 = \text{Agente 2}$$

$$P_A \text{ (Agente da Fase A) e } P_B \text{ (Agente da fase B)}$$

$$IQ_{2A} = 0,502$$

$$IQ_{2B} = 0,502 ]$$

$$STAG_3 = [ IDA_3 = \text{Agente 3}$$

$$P_B \text{ (Agente da fase B) e } P_C \text{ (Agente da Fase C)}$$

$$IQ_{3B} = 0,302$$

$$IQ_{3C} = 0,350 ]$$

$$STAG_4 = [ IDA_4 = \text{Agente 4}$$

$$P_A \text{ (Agente da Fase A) e } P_B \text{ (Agente da Fase B)}$$

$$IQ_{4A} = 0,332$$

$$IQ_{4B} = 0,332 ]$$

$$STAG_5 = [ IDA_5 = \text{Agente 5}$$

$$P_C \text{ (Agente da Fase C) e } P_D \text{ (Agente da fase D)}$$

$$IQ_{5C} = 0,319$$

$$IQ_{5D} = 0,319 ]$$

$$STAG_6 = [ IDA_6 = \text{Agente 8 } \text{ MEDIA}$$

$$P_C \text{ (Agente da Fase C)}$$

$$P_D \text{ (Agente da Fase D)}$$

$$IQ_{6C} = 0,700$$

$$IQ_{6D} = 0,700 ]$$

#### Sub-tupla das Tarefas Elementares (STTE<sub>i</sub>)

$$STTE_i = [ ID_i , DT_i , P_n , (IDA_m , IQ_{mn}), SCPrC_i , SCPoC_i ]$$

$$1) STTE_A = [ID_A = \text{Fase A}$$

$$DT_A = \text{Triangular (0.67 , 1 , 1.33 ) em minutos (**) ou}$$

$$DT_{AB} = \text{Triangular (1.33 , 2 , 2.67 ) em minutos (*)}$$

$$P_A = \text{Agente da Fase A}$$

$$(IDA_1 = \text{Agente 1 ; } IQ_{1A} = 0,891)$$

$$(IDA_2 = \text{Agente 2 ; } IQ_{2A} = 0,502)$$

$$(IDA_4 = \text{Agente 4 ; } IQ_{4A} = 0,332)$$

SCPrC<sub>A</sub> = {Paciente na fila da fase A, Agente com papel PA ocioso e em posição}

SCPoC<sub>A</sub> = {(Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 1) ou (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 2) (\*) ou Paciente na fila da fase B (\*\*) ou Paciente na fila da fase C (\*), Agente com papel P<sub>A</sub> Ocioso}

(\*) Apenas para o modelo agregado

(\*\*) Apenas para o modelo completo

$$2) STTE_B = [ID_B = \text{Fase B}$$

$$DT_B = \text{Triangular (0.67 , 1 , 1.33 ) em minutos (**)}$$

$$P_B = \text{Agente da fase B}$$

$$(IDA_1 = \text{Agente 1 ; } IQ_{1B} = 0,891)$$



(IDA<sub>2</sub> = Agente 2 ; IQ<sub>2B</sub> = 0,502)  
(IDA<sub>3</sub> = Agente 3 ; IQ<sub>3B</sub> = 0,302)  
(IDA<sub>4</sub> = Agente 4 ; IQ<sub>4B</sub> = 0,332)

SCPrC<sub>B</sub> = { Paciente na fila da fase B, Agente com papel PB ocioso e em posição }

SCPoC<sub>B</sub> = { (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 1)(\*\*) ou (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 2)(\*\*) ou Paciente na fila da fase C (\*\*), Agente com papel P<sub>B</sub> Ocioso }

(\*\*) Apenas no modelo completo

3) STTE<sub>C</sub> = [ID<sub>C</sub> = Fase C

DT<sub>C</sub> = Triangular (0.67, 1 ,1.33 ) em minutos (\*\*) ou

DT<sub>CD</sub> = Triangular (3.67, 5 , 6.33 ) em minutos (\*)

P<sub>C</sub> = Agente da Fase C

(IDA<sub>1</sub> = Agente 1 ; IQ<sub>1C</sub> = 0,880)

(IDA<sub>3</sub> = Agente 3 ; IQ<sub>3C</sub> = 0,350)

(IDA<sub>5</sub> = Agente 5 ; IQ<sub>5C</sub> = 0,319)

(IDA<sub>6</sub> = Agente 6 ; IQ<sub>6C</sub> = 0,700)

SCPrC<sub>C</sub> = {Paciente na fila da fase C, Agente com papel PC ocioso e em posição }

SCPoC<sub>C</sub> = { (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 1) , (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 2), (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 3) (\*), (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 4), (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 5) ou Paciente na fila da fase D (\*\*), Agente com papel P<sub>C</sub> Ocioso}

(\*) Apenas para o modelo agregado

(\*\*) Apenas no modelo completo

4) STTE<sub>D</sub> = [ID<sub>D</sub> = Fase D

DT<sub>D</sub> = Triangular (3, 4, 5) em minutos (\*\*)

P<sub>D</sub> = Agente da Fase D

(IDA<sub>1</sub> = Agente 1 ; IQ<sub>1D</sub> = 0,880)

(IDA<sub>5</sub> = Agente 5 ; IQ<sub>5D</sub> = 0,319)

(IDA<sub>6</sub> = Agente 6 ; IQ<sub>6D</sub> = 0,700)

SCPrC<sub>D</sub> = { Paciente na fila da fase C, Agente com papel P<sub>C</sub> ocioso e em posição }

SCPoC<sub>D</sub> = { (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 2)(\*\*); (Paciente com Nível de Risco Atribuído e na fila de nível 3)(\*\*); Agente com papel P<sub>D</sub> Ocioso }

(\*\*) Apenas no modelo completo

## ANEXO D

### IMPLEMENTAÇÃO DOS MODELOS DE LÓGICA DIFUSA

#### ÍNDICES DE QUALIFICAÇÃO INDIVIDUAIS

As variáveis lingüísticas de entrada são:

1) Formação acadêmica = valor correspondente aos anos de escolaridade do agente;

2) Tempo de experiência no hospital = valor correspondente ao tempo de trabalho do agente no hospital em anos;

3) Tempo de experiência em classificação de risco = valor correspondente ao tempo de trabalho do agente na função de classificação de risco em meses;

4) Anamnese = grau de zero a dez obtido no curso;

5) Suporte Básico = grau de zero a dez obtido no curso;

6) Interpretação de traçado eletrocardiográfico – ITE (apenas para as fases C e D)  
= grau de zero a dez obtido no curso; e

7) Julgamento subjetivo do decisor = opinião do julgador sobre a capacidade técnica do agente e sua habilidade na execução da tarefa em questão, podendo ter valores entre zero e dez.

As qualificações de anamnese, suporte básico e interpretação de traçado eletrocardiográfico terão os mesmos limites acadêmicos: mínimo de 6 e máximo igual a dez. Em caso de incompleto ou inexistente será atribuído grau abaixo de 6.

A saída deste sistema será a variável Índice de Qualificação (IQ) com valores numéricos reais entre 0 e 1:

Os resultados foram obtidos a partir do *toolbox* de Lógica Difusa do *software* MATLAB<sup>®</sup> versão 7.10. O método de inferência usado foi o MIN-MAX, e para a defuzzificação foi aplicado o método do centróide. O método de composição e de defuzzificação, os vetores de entrada, e a composição final dos índices individuais podem ser vistos nas figuras abaixo.

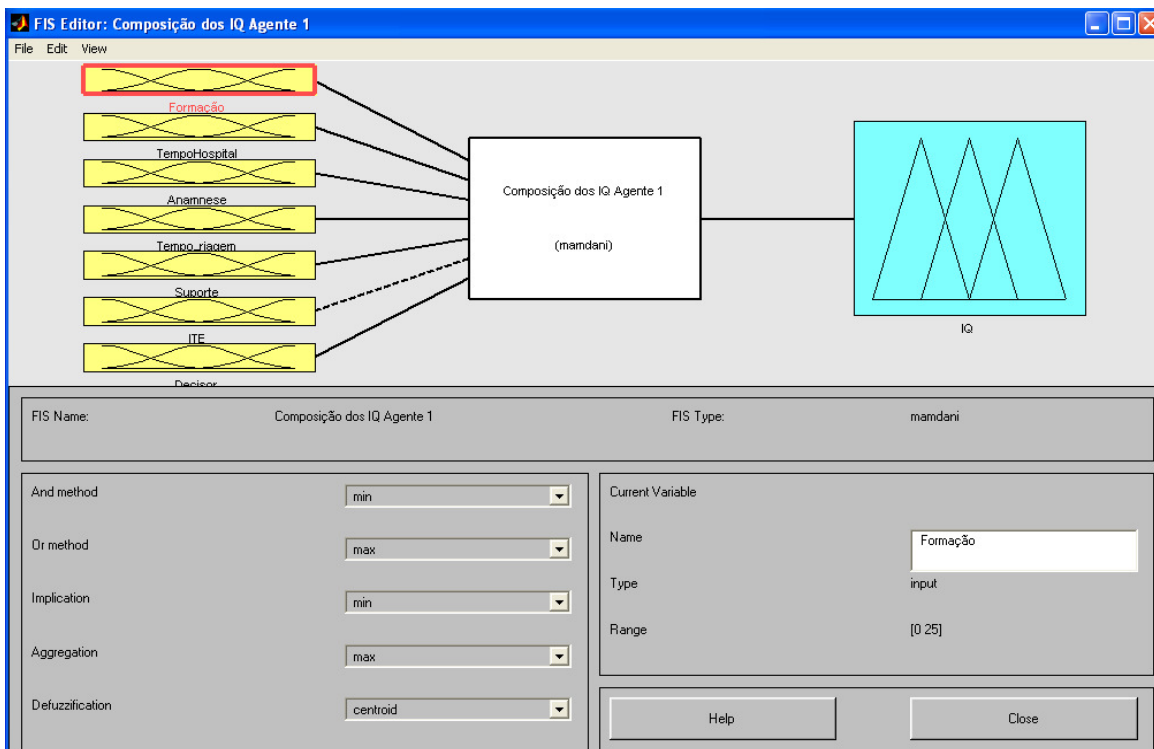


Figura 52 : Métodos de Composição e de Defuzzificação

### 1) Agentes da fase A

#### Cálculo dos IQ da Fase A

- Vetor de Entrada do Agente 1

Identificador	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	Decisor
Agente 1	18	15	23	9	9	9

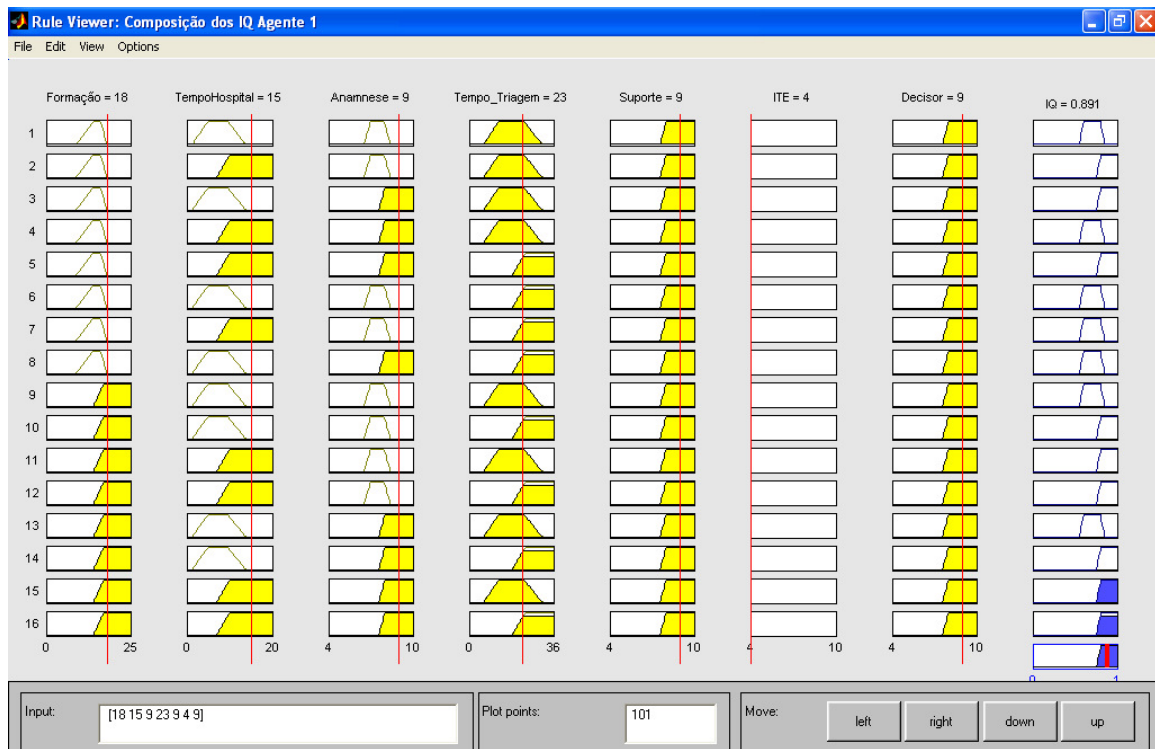


Figura 53 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 1 na fase A

$$IQ_{1A} = 0,891$$

- Vetor de Entrada do Agente 2

Identificador	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	Decisor
Agente 2	15	10	8	8	8.5	6.5



Figura 54 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 2 na fase A

$$IQ_{2A} = 0,502$$

- Vetor de Entrada do Agente 4

Identificador	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	Decisor
Agente 4	9	11	5	7	6	5

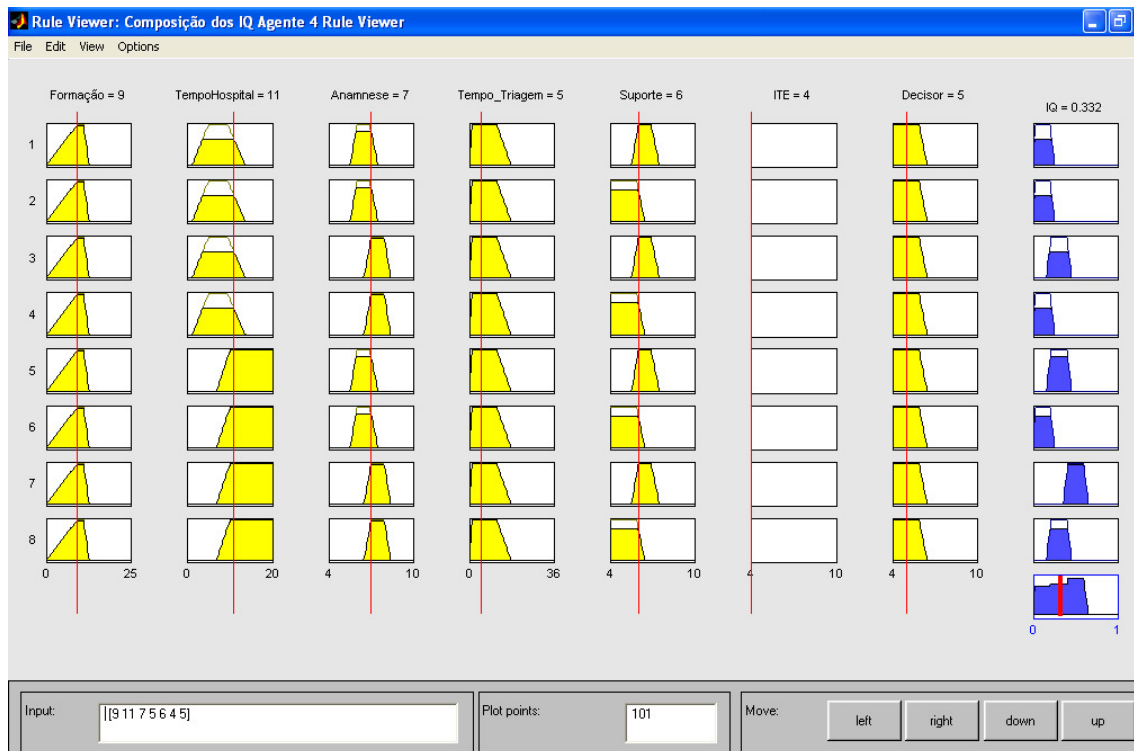


Figura 55 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 4 na fase A

$$IQ_{4A} = 0,332$$

## 2) Agentes da fase B

### Cálculo dos IQ da Fase B

- Vetor de Entrada do agente 3 na fase B

Identificador	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	Decisor
Agente 3	12	2	2	8.5	8.5	5



Figura 56 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 3 na fase B

$$IQ_{3B} = 0.302$$

Como os critérios de avaliação para desempenho da fase B são os mesmos para esta fase, o índice de qualificação para os agentes 1, 2 e 4 é o calculado anteriormente para a fase A. Assim, há, ainda para a fase B, os seguintes IQ:

$$IQ_{1B} = 0.891$$

$$IQ_{2B} = 0.502$$

$$IQ_{4B} = 0,332$$

Para as fases C e D a variável lingüística ITE é introduzida para cálculo dos índices de qualificação.

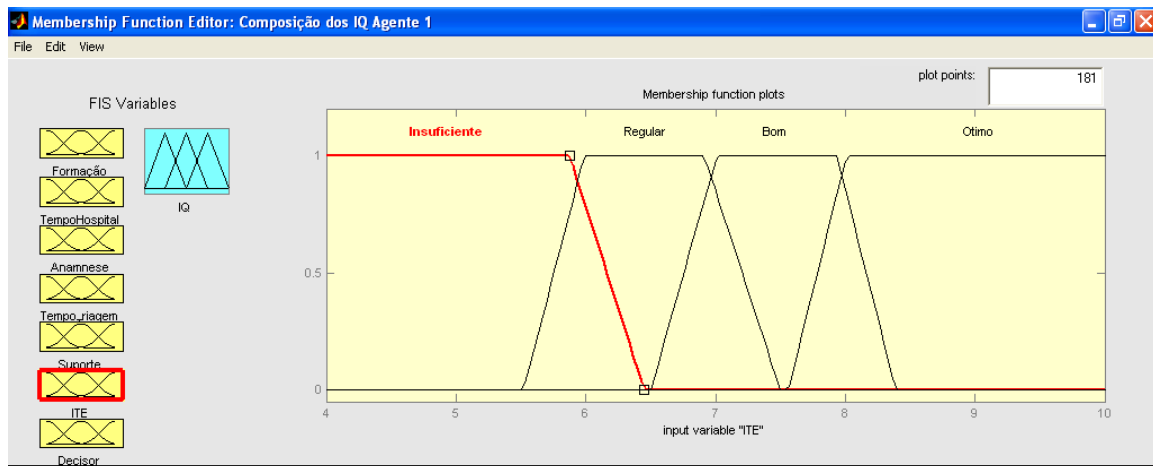


Figura 57 : Conjunto Difuso e Funções de Pertinência da variável lingüística “Interpretação de traçado eletrocardiográfico ITE”



### 3) Agentes da fase C

#### Cálculo dos IQ da Fase C

- Vetor de Entrada do agente 1 na fase C

Id	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	ITE	Decisor
Agente 1	18	15	23	9	9	7.5	9

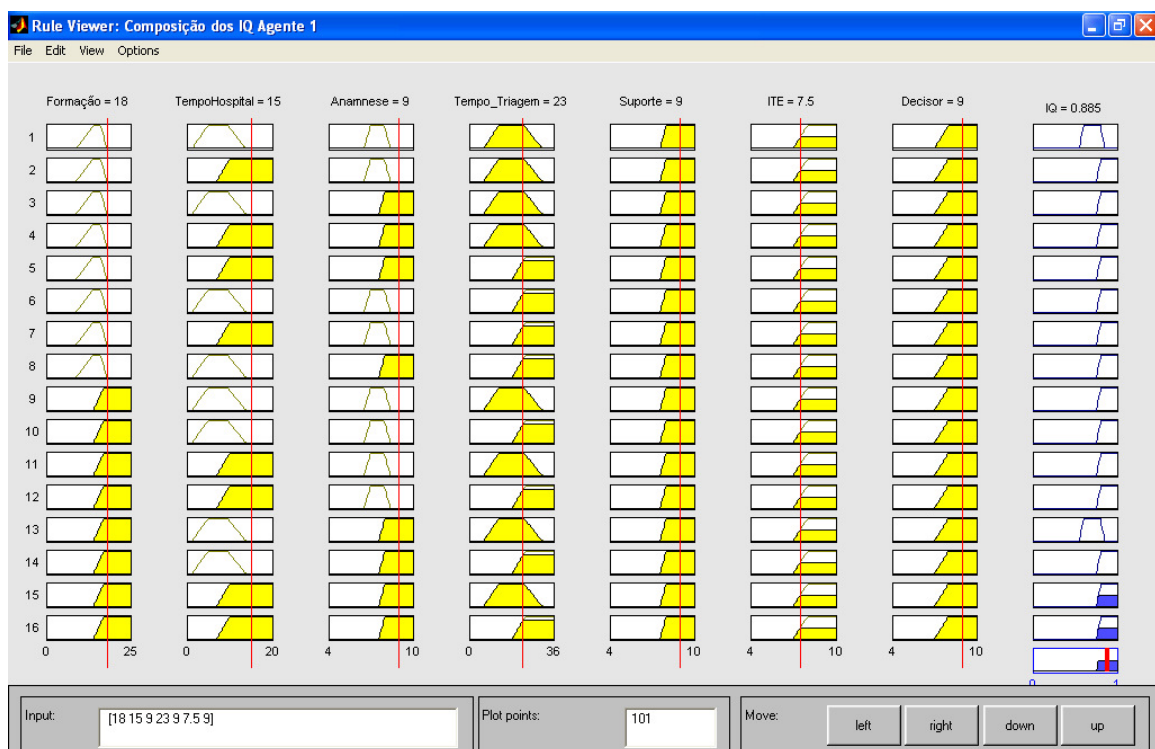


Figura 58 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 1 na fase C

$$IQ_{1C} = 0,885$$

- Vetor de Entrada do agente 3 na fase C

Id	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	ITE	Decisor
Agente 3	12	2	2	8.5	8.5	9	5

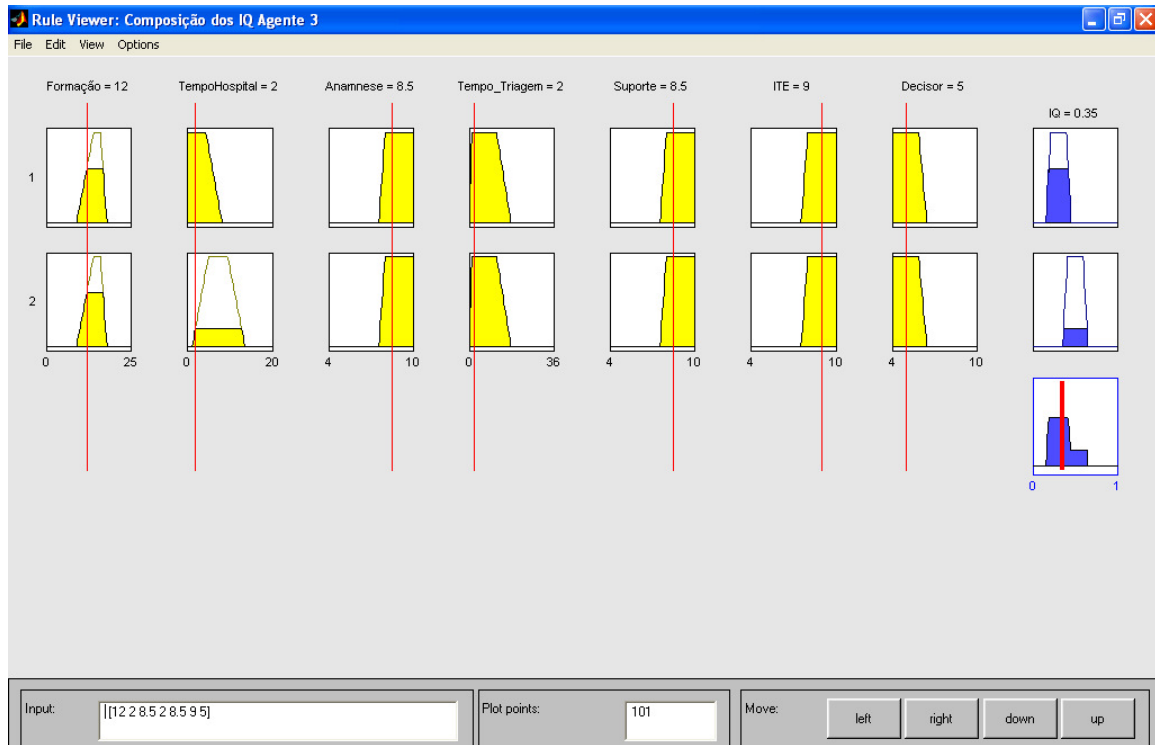


Figura 59 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 3 na fase C

$$IQ_{3C} = 0,35$$

- Vetor de Entrada do agente 5 na fase C

Id	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	ITE	Decisor
Agente 5	10	1	4	7	7	4	6



Figura 60 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 5 na fase C

$$IQ_{5C} = 0,319$$

- Vetor de Entrada do agente 6 na fase C

Id	Formação	Tempo H	Tempo CR	Anamnese	Suporte	ITE	Decisor
Agente 6	14	15	32	8.5	8	8	7

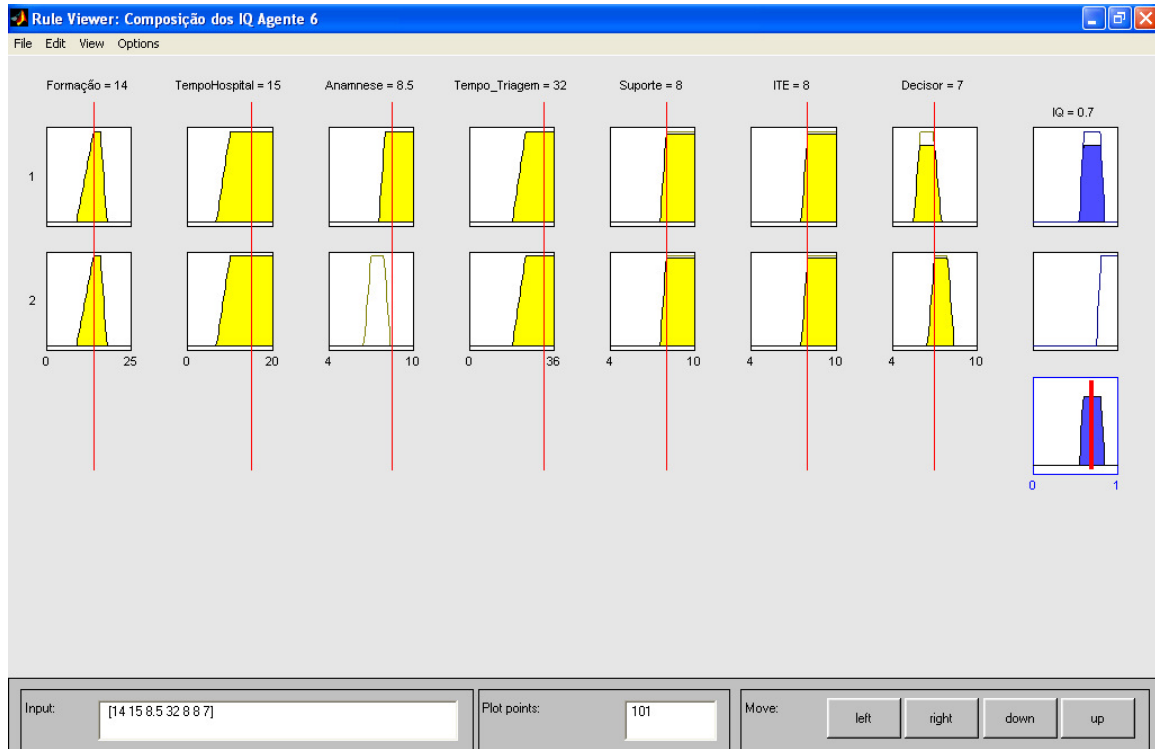


Figura 61 : Defuzzificação e Resultado do IQ do agente 6 na fase C

$$IQ_{6C} = 0,700$$

### Agentes da fase D

Como os critérios de avaliação para desempenho da fase C são os mesmos para esta fase, o índice de qualificação para os agentes 1, 5 e 6 é o calculado anteriormente para a fase C. Assim, há, ainda, os seguintes IQ para a fase D:

$$IQ_{1D} = 0,880$$

$$IQ_{5D} = 0,319$$

$$IQ_{6D} = 0,700$$

### ÍNDICES DE QUALIDADE DE ATENÇÃO NA TRIAGEM

As variáveis lingüísticas de entrada são obtidas da seguinte forma:

1) Penalidades Nível 1 = envolve os erros de classificação e o excesso de tempo no sistema para pacientes com nível real 1, obtidos a partir das variáveis MORTEN1 e MORTEESP1)

2) Penalidades Nível 2 = envolve os erros de classificação e o excesso de tempo no sistema para pacientes com nível real 2, obtidos a partir das variáveis MORTEN2 e MORTEESP2)

3) Taxa de Super-classificações = envolve o valor da variável Taxa de Revisão de Pacientes Super-classificados como nível 1 ou 2 em vez da classificação real 3, 4 ou 5 (RPSuper12EV345)

A saída deste sistema será a variável Índice de Qualidade de Atenção da Triagem (IQAT) com valores numéricos reais entre 0 e 1.

Os resultados foram obtidos a partir do *toolbox* de Lógica Difusa do *software* MATLAB<sup>®</sup> versão 7.10. O método de inferência usado foi o MIN-MAX, e para a defuzzificação foi aplicado o método do centróide. O método de composição e de defuzzificação, os vetores de entrada, e a composição final dos índices de qualidade de atenção das equipes na triagem podem ser vistos nas figuras abaixo.

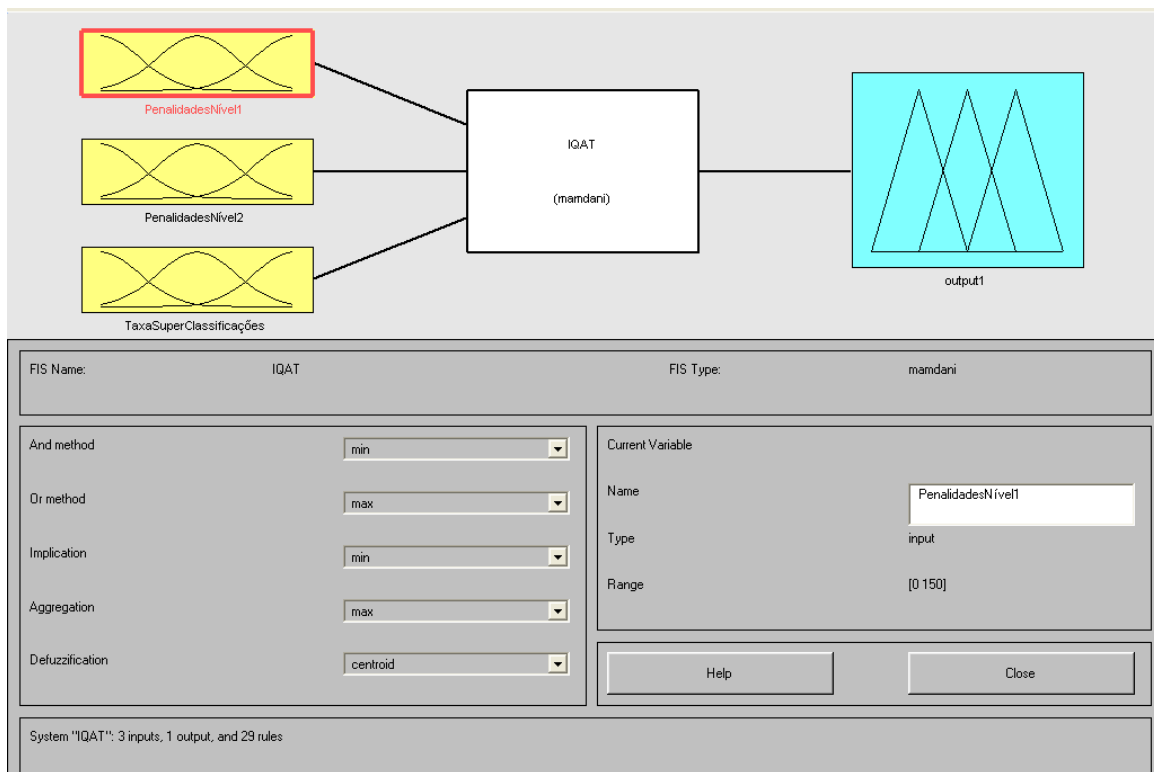


Figura 62 : Métodos de Composição e de Defuzzificação

1) Equipes do Modelo Completo

- Vetor de Entrada da Equipe C1

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C1	8	1141	73 %

Cálculo do IQAT

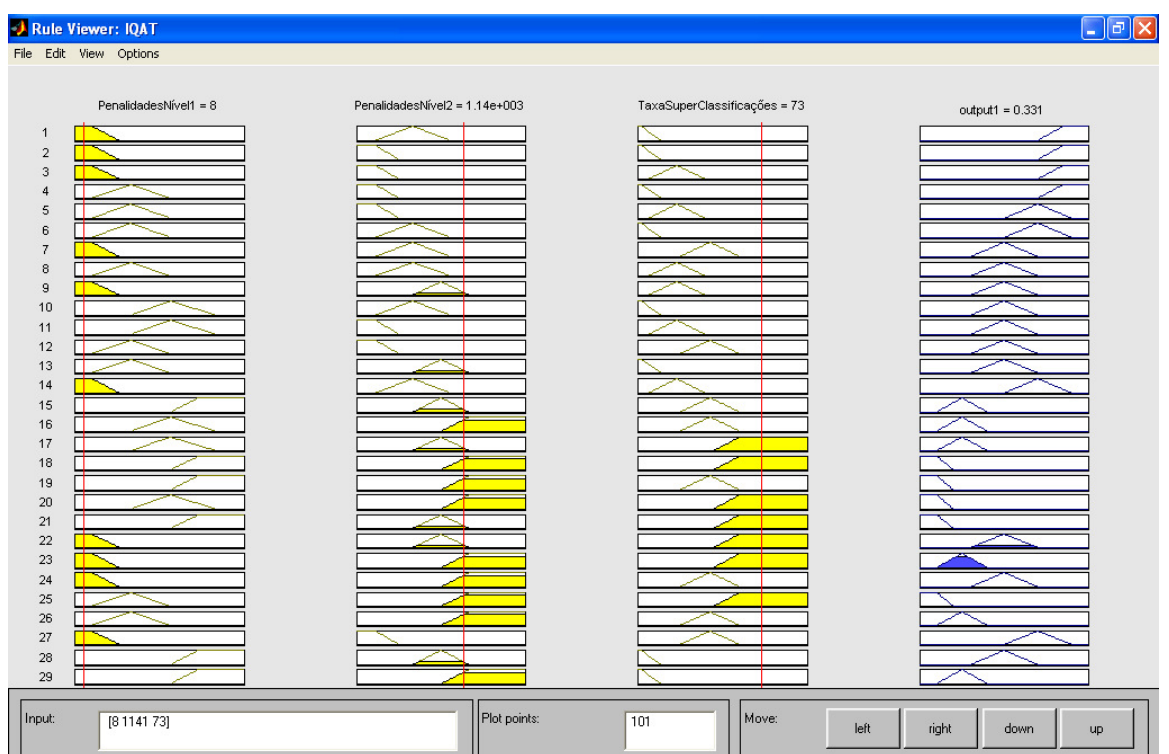


Figura 63 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C1

IQAT de C1	0.331
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe C2

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C2	32	1270	50.9%

### Cálculo do IQAT

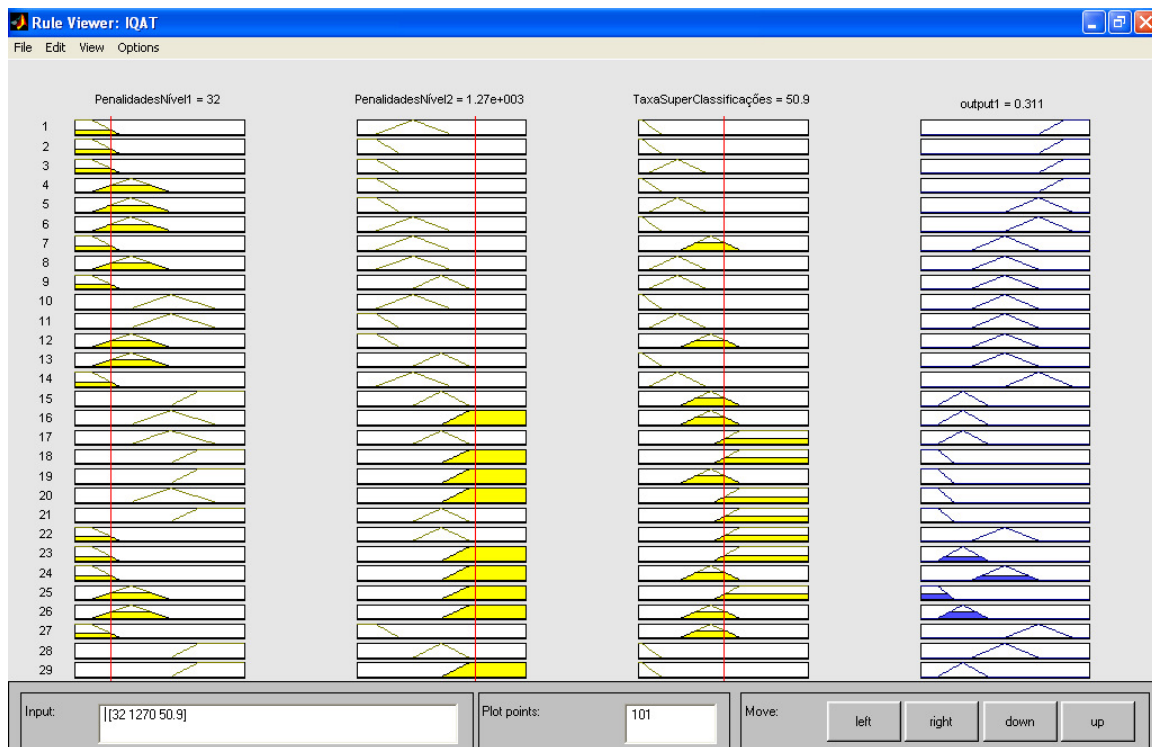


Figura 64 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C2

IQAT de C2	0.311
------------	-------



- Vetor de Entrada da Equipe C3

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C3	105	1509	73.3%

### Cálculo do IQAT

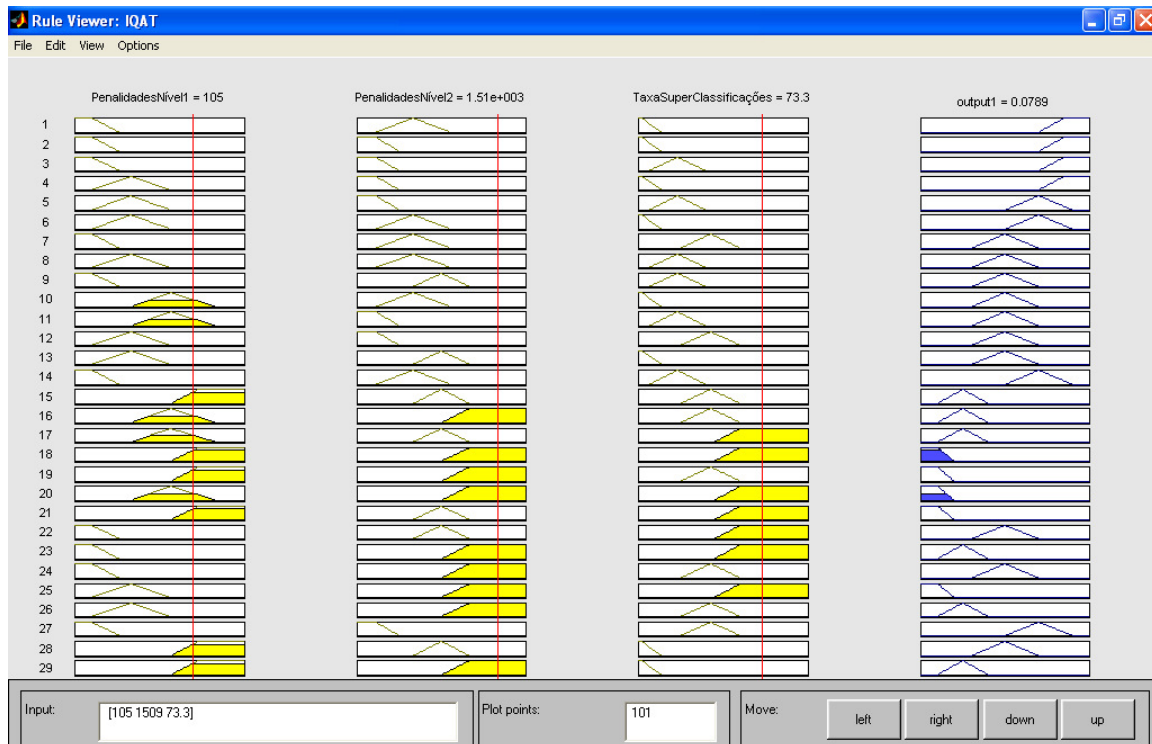


Figura 65 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C3

IQAT de C3	0.079
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe C4

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe C4	95	1446	74%

### Cálculo do IQAT

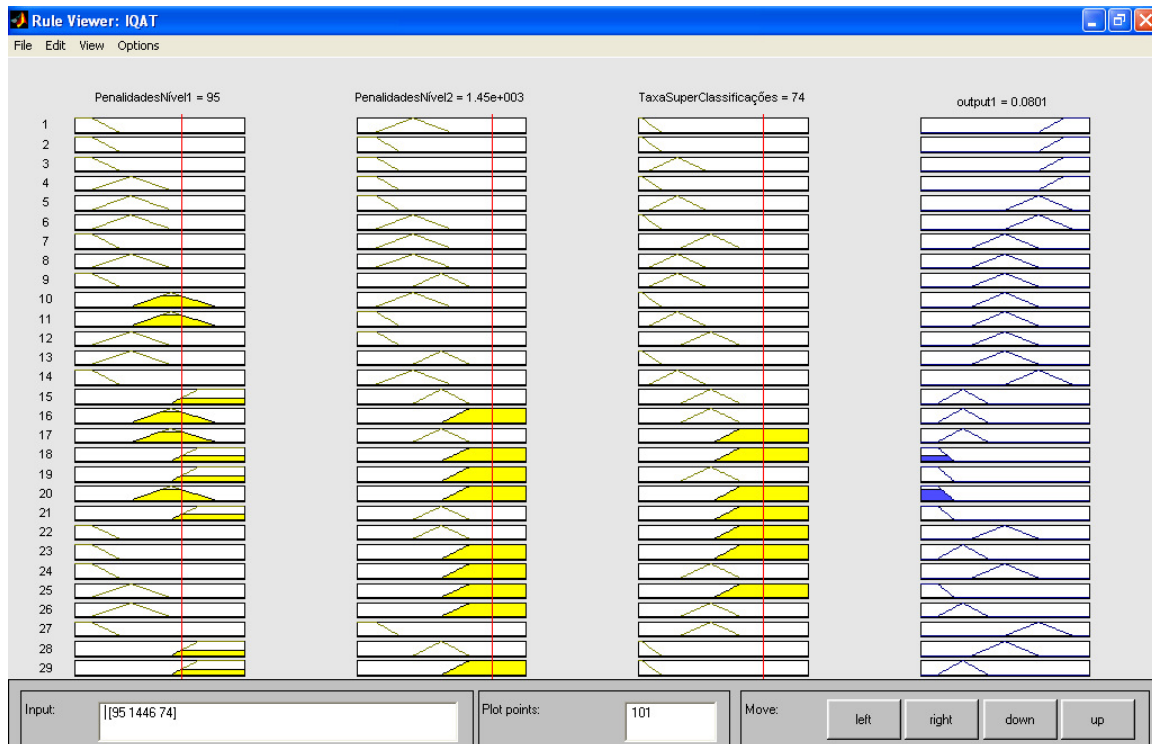


Figura 66 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe C4

IQAT de C4	0.08
------------	------

## 2) Equipes do Modelo Agregado

- Vetor de Entrada da Equipe A1

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A1	20	194	45.8%

### Cálculo do IQAT

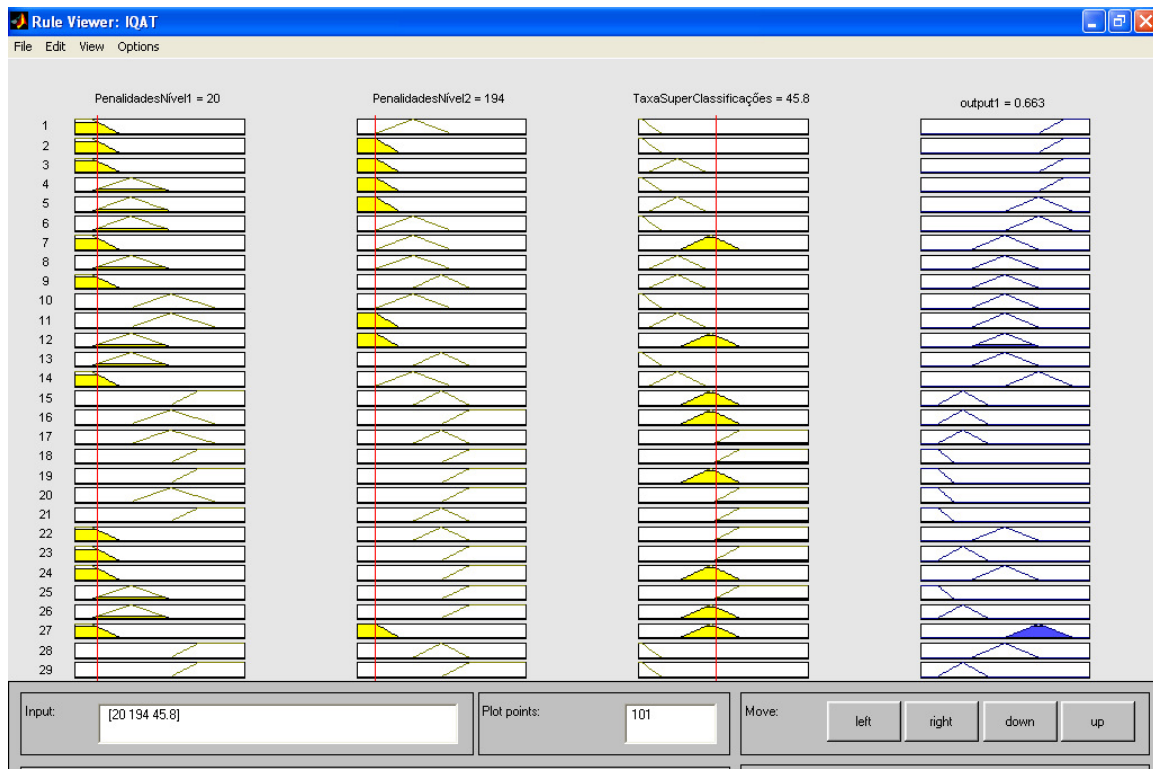


Figura 67 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A1

IQAT de A1	0.663
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe A2

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A2	123	1521	46.25%

### Cálculo do IQAT

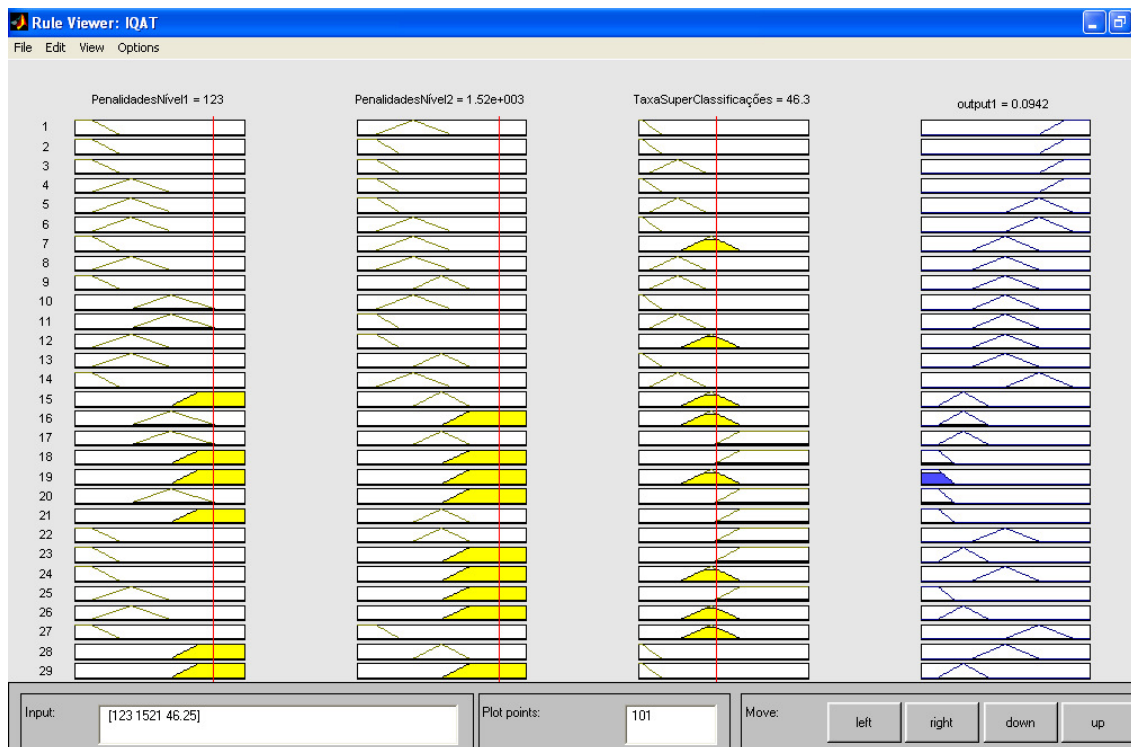


Figura 68 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A2

IQAT de A2	0.09
------------	------

- Vetor de Entrada da Equipe A3

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A3	134	1015	1.52%

### Cálculo do IQAT

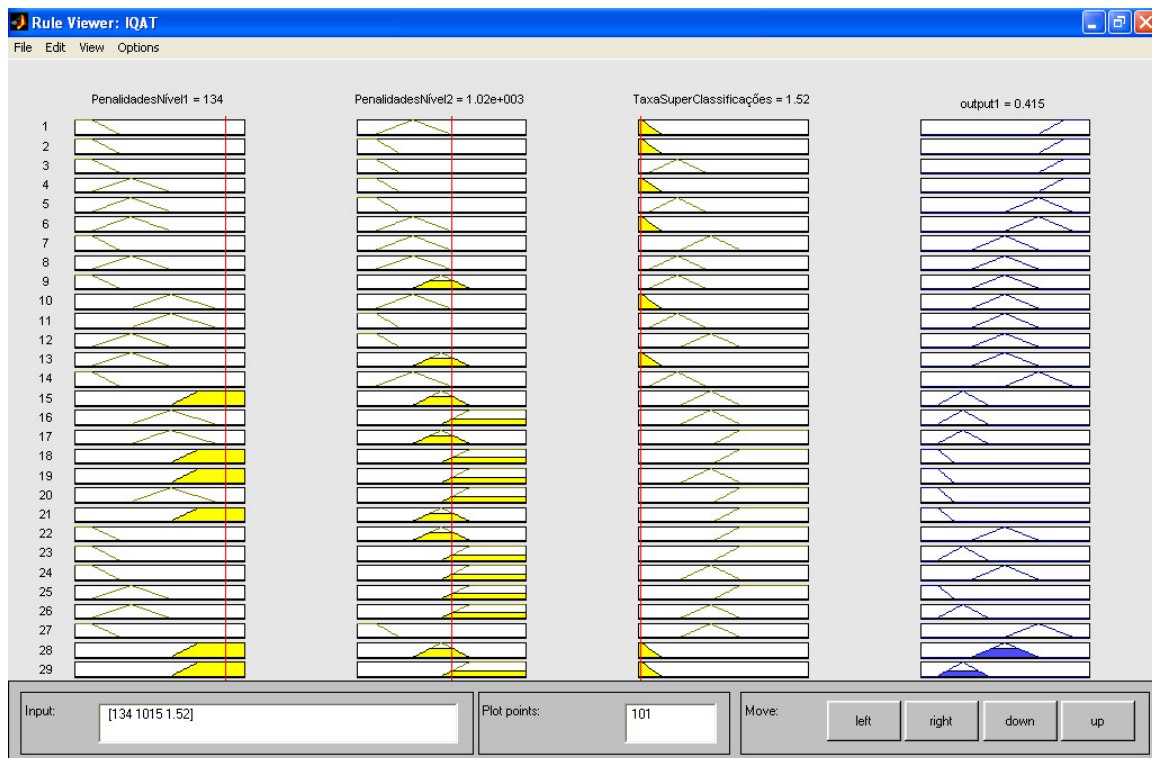


Figura 69 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A3

IQAT de A3	0.415
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe A4

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A4	56	720	1.51%

### Cálculo do IQAT

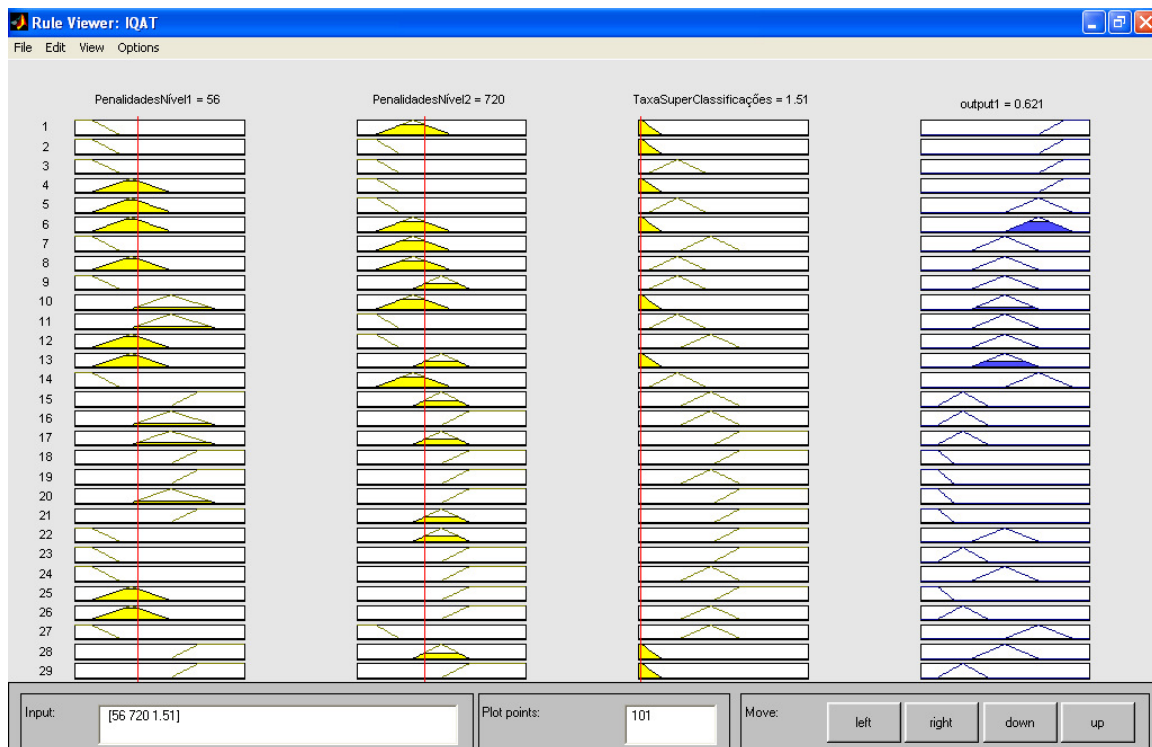


Figura 70 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A4

IQAT de A4	0.621
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe A5

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe A5	13	85	8.76%

### Cálculo do IQAT

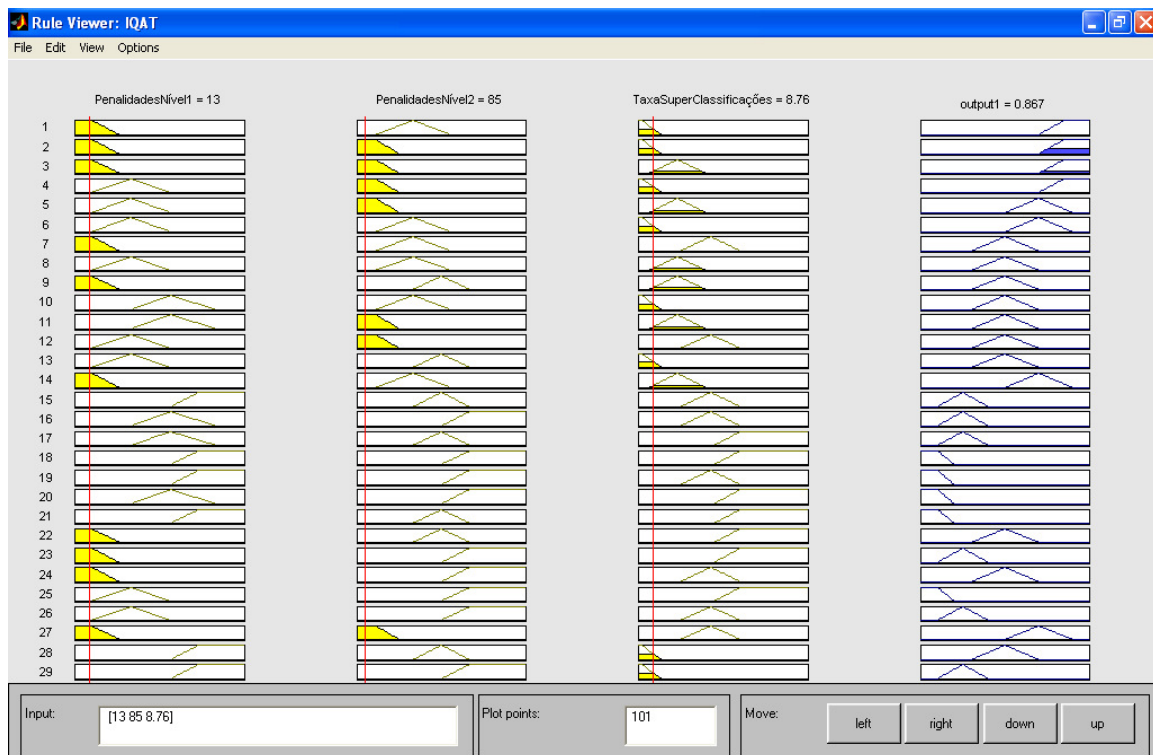


Figura 71 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe A5

IQAT de A5	0.867
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe CE

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe CE	1	203	7,07%

### Cálculo do IQAT

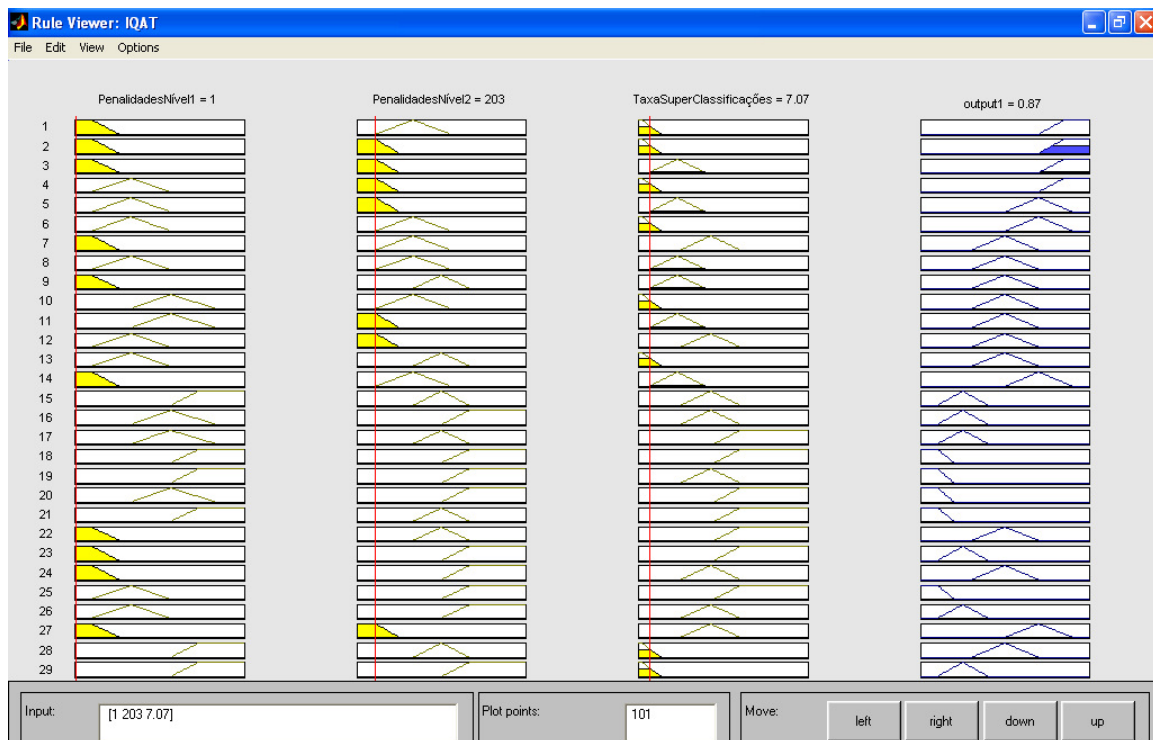


Figura 72: Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe CE

IQAT de CE	0,87
------------	------



- Vetor de Entrada da Equipe CP

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe CP	141	2321	99,84%

### Cálculo do IQAT

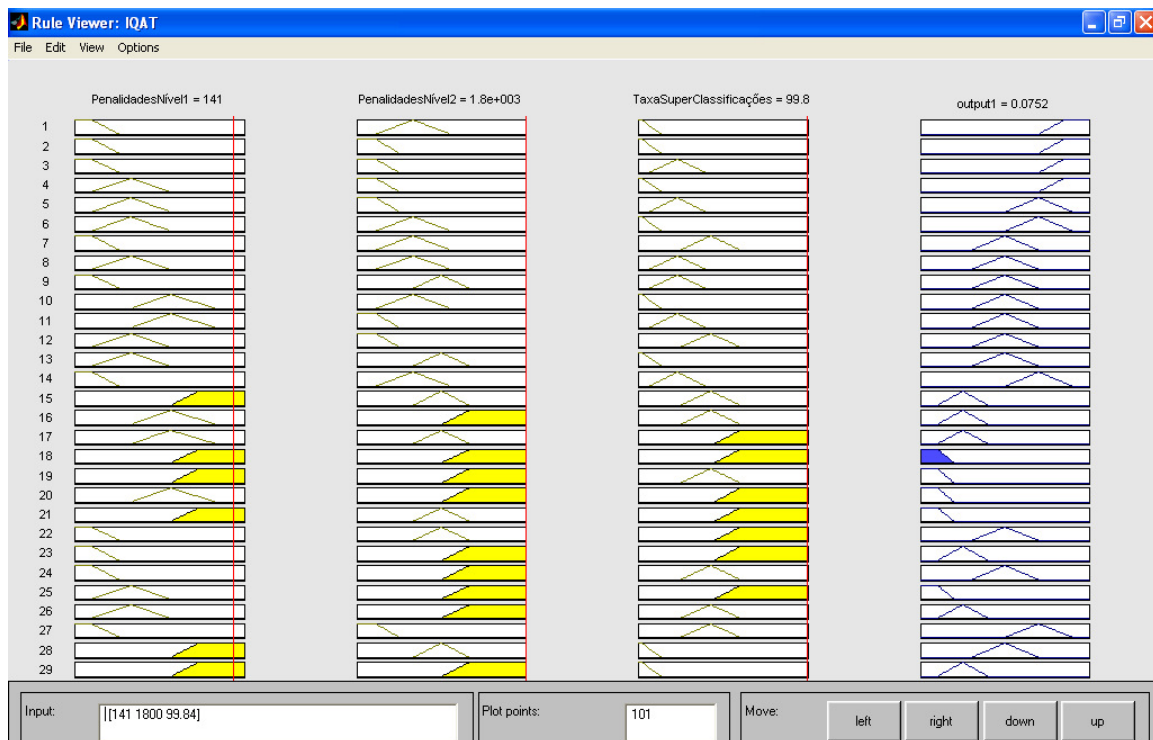


Figura 73 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe CP

IQAT de CP	0,075
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe AE

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe AE	8	4	0,21%

### Cálculo do IQAT

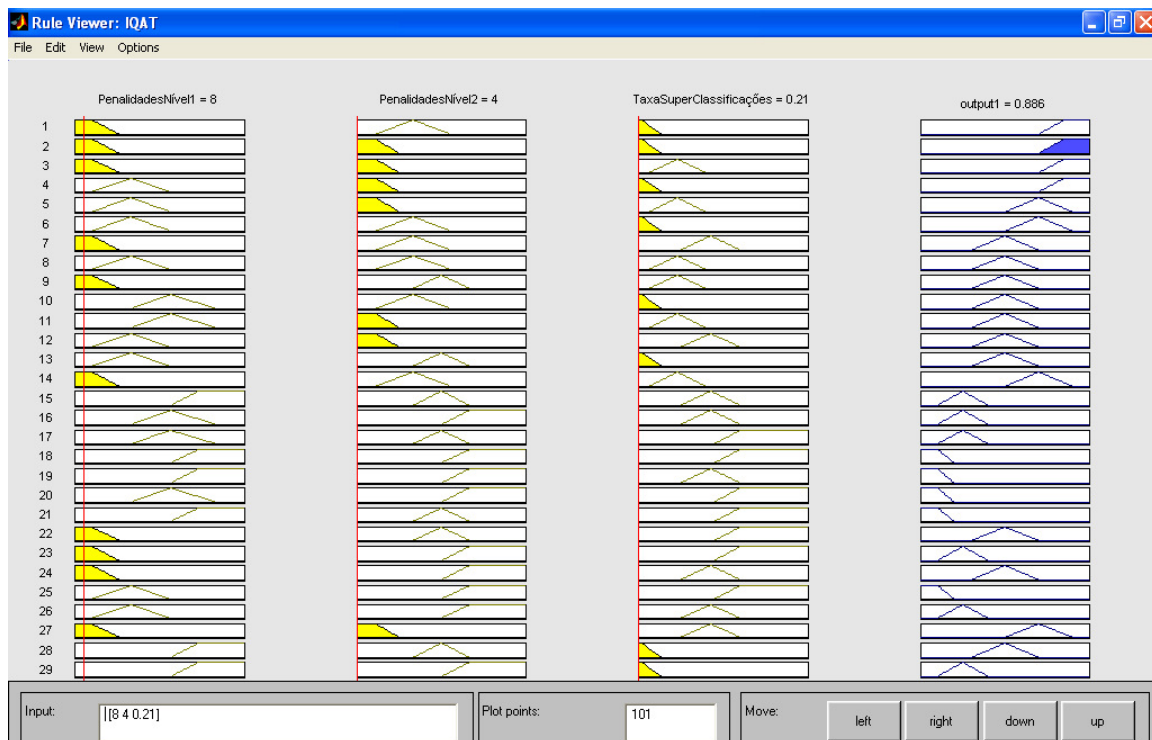


Figura 74 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe AE

IQAT de AE	0,886
------------	-------

- Vetor de Entrada da Equipe AP

Identificador	Penalidades Nível 1	Penalidades Nível 2	Tx Superclassificação
Equipe AP	148	2110	98,01%

### Cálculo do IQAT

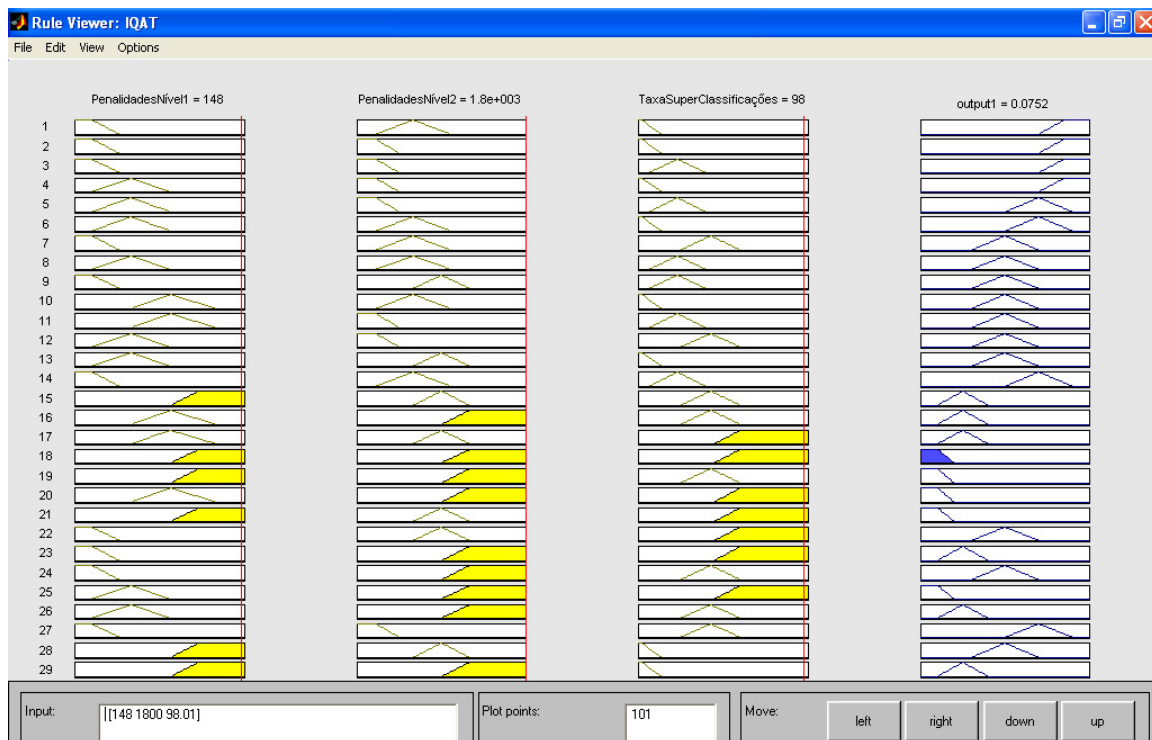


Figura 75 : Defuzzificação e Resultado do IQAT da equipe AP

IQAT de AP	0.075
------------	-------