



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MÉDICAS

MAÍRA JUNKES CUNHA

**BASES DE CONHECIMENTO PARA SISTEMAS  
ESPECIALISTAS DE SUPORTE NA AVALIAÇÃO DAS  
ATIVIDADES DE LEVANTAR E SENTAR – PROTOCOLOS  
CLÍNICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Florianópolis  
2012



MAÍRA JUNKES CUNHA

**BASES DE CONHECIMENTO PARA SISTEMAS  
ESPECIALISTAS DE SUPORTE NA AVALIAÇÃO DAS  
ATIVIDADES DE LEVANTAR E SENTAR – PROTOCOLOS  
CLÍNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciências Médicas.

Orientador: Prof. Fernando Mendes de Azevedo, Dr.Sc.

Florianópolis  
2012

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

C972b Cunha, Máira Junkes

Bases de conhecimento para sistemas especialistas de suporte na avaliação das atividades de levantar e sentar [dissertação] : protocolos clínicos / Máira Junkes Cunha ; orientador, Fernando Mendes de Azevedo. - Florianópolis, SC, 2012.

1 v.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas.

Inclui referências

1. Ciências médicas. 2. Fisioterapia. 3. Capacidade motora - Avaliação. 4. Inteligência artificial. 5. Sistemas especialistas (Computação). I. Azevedo, Fernando Mendes de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas. III. Título.

CDU 61





## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fernando Mendes de Azevedo, pelos ensinamentos, dedicação, comprometimento, generosidade, apoio, compreensão e um indescritível amor à docência.

Aos meus pais e meu irmão, pela confiança e apoio recebidos.

Aos meus amigos, pela compreensão de minha ausência.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Clarice Tanaka, pela oportunidade proporcionada de desenvolver o estudo precedente, o qual foi fundamental para o embasamento teórico.





## RESUMO

**Introdução:** A avaliação funcional das atividades de levantar e sentar é utilizada freqüentemente por fisioterapeutas em sua prática clínica. Sistemas Especialistas (SE's) são aplicações da Inteligência Artificial (IA) que realizam funções na tentativa de mimetizar as que são normalmente executadas por um especialista humano. Há diferentes metodologias e falta de padronização para a avaliação destas atividades. A elaboração de um instrumento para o auxílio nestas avaliações se faz necessária a fim de haver uma referência para os profissionais.

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi desenvolver uma base de conhecimento para Sistema Especialista (SE) visando o suporte à avaliação das atividades de levantar e sentar, baseado em um protocolo clínico.

**Materiais e métodos:** O estudo foi realizado em 3 etapas. A etapa I consistiu na identificação das informações para a implementação do sistema inteligente, com base em um estudo sobre a elaboração de protocolos clínicos para a avaliação destas atividades. A etapa II foi referente à implementação dos sistemas, quando as variáveis subjetivas e objetivas foram definidas, e as regras, os fatores de confiança, perguntas e explicações foram cadastradas por meio da utilização de uma Shell de IA. Na etapa III, 12 fisioterapeutas fizeram a avaliação dos sistemas por meio da aplicação de um questionário referente às características de cada protocolo. As respostas foram analisadas e suas porcentagens foram apresentadas em gráficos por meio do Programa Microsoft Office Excel 2007.

**Resultados:** Foram elaborados 3 sistemas especialistas. A maioria dos fisioterapeutas considerou melhor aplicabilidade do sistema para fins educacionais, sendo que 100% considerou para o sistema de avaliação da atividade de Levantar na Vista Lateral, 92% para o sistema de avaliação da atividade de Sentar na Vista Lateral e 92% para o sistema de avaliação das atividades de Levantar e Sentar na Vista Anterior.

**Conclusão:** Estes sistemas podem auxiliar o fisioterapeuta na avaliação das atividades de levantar e sentar, sem apresentar conclusões detalhadas. O sistema apresentou maior aplicabilidade para fins educacionais. Sugere-se outras implementações por meio de estudos utilizando linguagens tradicionais de IA – Prolog.

**Palavras-chave:** *Atividades Cotidianas; Fisioterapia; Avaliação da Deficiência; Inteligência Artificial; Sistema Especialista.*



## ABSTRACT

**Background:** Functional assessment of sit-to-stand and stand-to-sit activities is often used by physiotherapists in their clinical practice. Expert Systems (ES's) are applications of Artificial Intelligence (AI) to perform functions in an attempt to mimic those normally performed by a human expert. There are different methodologies and lack of standardization for the evaluation of these activities. The development of a tool to support these evaluations is necessary in order to have a reference for the professionals. **Objective:** The objective of this study was to develop a knowledge base for expert system aimed to support the evaluation of sit-to-stand and stand-to-sit activities, based on a clinical protocol. **Materials and Methods:** The study was conducted in three steps. Stage I consisted on identifying the informations for the implementation of the intelligent system, based on a study about the development of clinical protocols for the evaluation of these activities. Stage II was related to the implementation of systems, when the subjective and objective variables were defined, and the rules, trust factors, questions and explanations were registered by using an AI Shell. On stage III, 12 physiotherapists performed the evaluation of systems through a questionnaire application about the characteristics of each protocol. The answers were analyzed and their percentages were shown in graphs using the program Microsoft Office Excel 2007. **Results:** three ES's were developed. Most of physiotherapists considered better applicability of the system for educational purposes, where 100% considered for the system to evaluate the sit-to-stand activity on Lateral View, 92% for the system to evaluate the stand-to-sit on Lateral View and 92% for the system to evaluate sit-to-stand and stand-to-sit activities on Anterior View. **Conclusions:** These systems can assist the physiotherapist in the evaluation of sit-to-stand and stand-to-sit activities, without presenting detailed findings. The system showed greater applicability for educational purposes. It is suggested other implementations through studies using traditional AI languages - Prolog.

**Key words:** *Daily Living Activities; Movement Disorders; Disability Evaluation; Artificial Intelligence; Expert System.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma das etapas do estudo.....	39
Figura 2. Protocolo I - Avaliação da atividade de Levantar na Vista Lateral. ....	41
Figura 5. Tela de cadastro das informações do SE.....	47
Figura 6. Definição de variáveis e seus respectivos valores.....	47
Figura 7. Definição de regras para base de conhecimento. ....	48
Figura 8. Definição do fator de confiança em uma regra. ....	49
Figura 9. Definição dos objetivos na base de conhecimento.....	50
Figura 10. Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Posição Inicial. ....	51
Figura 11. Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Fase de Pré-levantamento.....	52
Figura 12. Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Fase de Levantamento. ....	53
Figura 13. Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Fase de Estabilização.....	54
Figura 14. Elaboração das perguntas referentes à situação dos segmentos corporais.....	55
Figura 15. Quadro de conclusão dos resultados sobre os segmentos durante a atividade. ....	56
Figura 16. Tela de abertura com informações referentes à base de conhecimento. ....	57
Figura 17. Tela das variáveis utilizadas pelo SE.....	58
Figura 18. Tela de regras processadas pelo SE. ....	59
Figura 19. Árvore de pesquisa para visualizar o raciocínio do SE.....	60
Figura 20. Tela de abertura da consulta para a avaliação da atividade de Levantar na Vista Lateral. ....	63
Figura 21. Conclusão geral dos segmentos corporais apresentadas na tela de abertura. ....	64
Figura 22. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Posição Inicial. ....	65
Figura 23. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Fase de Pré-levantamento.....	65

Figura 24. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Fase de Levantamento. ....	65
Figura 25. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Fase de Estabilização .....	66
Figura 26. Sugestão do resultado referente à condição do Pé na atividade de Levantar na Vista Lateral. ....	67
Figura 27. Apresentação da confirmação do resultado referente à condição do Pé na atividade de levantar na Vista Lateral.....	68
Figura 28. Tela de abertura da consulta para a avaliação da atividade de sentar na Vista Lateral.....	69
Figura 29. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Posição Inicial .....	69
Figura 30. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Pré-agachamento. ....	69
Figura 31. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Agachamento.....	70
Figura 32. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Estabilização. ....	70
Figura 33. Sugestão do resultado referente à condição do Tornozelo na atividade de sentar na Vista Lateral .....	71
Figura 34. Apresentação da confirmação do resultado referente à condição do Tornozelo na atividade de sentar na Vista Lateral.....	72
Figura 35. Tela de abertura da consulta para a avaliação das atividades de levantar e sentar na Vista Anterior. ....	73
Figura 36. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Joelho D na Posição Inicial.....	73
Figura 37. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Joelho D na Fase de Pré-levantamento. ....	73
Figura 38. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Joelho D na Fase de Levantamento.....	74
Figura 39. Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Estabilização. ....	74
Figura 40. Sugestão do resultado referente à condição do Joelho D na atividade de levantar na Vista Anterior.....	76
Figura 41. Apresentação da confirmação do resultado referente à condição do Joelho D na atividade de levantar na Vista Anterior. ....	76

Figura 42. Informações sobre o motivo da pergunta.....	78
Figura 43. Tela referente ao término da consulta.....	78
Figura 44. Tela de interrupção da consulta.....	79
Figura 45. Tela de cancelamento da consulta.....	79
Figura 46. Número de respostas sobre os itens do questionário de avaliação do sistema referente à atividade de levantar na VL.....	80
Figura 47. Número de respostas sobre as questões do questionário de avaliação do sistema referente à atividade de levantar na VL.....	81
Figura 48. Número de respostas sobre os itens do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de sentar na VL.....	81
Figura 49. Número de respostas sobre as questões do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de sentar na VL.....	82
Figura 50. Número de respostas sobre os itens do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de Levantar e Sentar na VA.....	83
Figura 51. Número de respostas sobre as questões do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de levantar e sentar na VA.....	83





**LISTA DE ABREVIACÕES**

IA	Inteligência Artificial
SE	Sistema Especialista
SE's	Sistemas Especialistas
SSD	Sistemas de Suporte à Decisão
VL	Vista Lateral
VA	Vista Anterior
D	Direito
E	Esquerdo



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
1.1 ATIVIDADE DE LEVANTAR E SENTAR .....	23
1.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL .....	25
1.3 SISTEMAS ESPECIALISTAS EM MEDICINA .....	27
1.4 SISTEMAS ESPECIALISTAS EM FISIOTERAPIA .....	30
1.5 OUTROS SISTEMAS INTELIGENTES PARA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE LEVANTAR E SENTAR .....	31
1.6 SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO (SSD) .....	32
1.7 JUSTIFICATIVA .....	33
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>35</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	35
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	35
<b>3 MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO .....	37
3.2 PARTICIPANTES/AMOSTRA .....	37
3.3 ASPECTOS ÉTICOS .....	37
3.4 DEFINIÇÕES DO ESTUDO .....	37
3.5 PROCEDIMENTOS .....	40
<b>3.5.1 Seleção das informações relevantes: .....</b>	<b>40</b>
3.6 INSTRUMENTOS .....	45
<b>3.6.1 SOFTWARE Expert SINTA .....</b>	<b>45</b>
<b>3.6.2 Base de conhecimento .....</b>	<b>46</b>
<b>3.6.3 Encadeamento para trás .....</b>	<b>46</b>
<b>3.6.4 Implementação do Sistema Especialista .....</b>	<b>46</b>
3.6.4.1 Definição das informações sobre o Sistema Especialista .....	46
3.6.4.2 Definição das variáveis e valores .....	47
3.6.4.3 Definição das regras .....	48
3.6.4.4 Definição dos fatores de confiança .....	49
3.6.4.5 Definição dos objetivos .....	49
3.6.4.6 Definição das perguntas .....	50

3.6.4.7 Explicações sobre as perguntas .....	54
3.6.4.8 Definição das conclusões .....	55
3.7 CONSULTA AO SE.....	56
<b>3.7.1 Ferramentas de depuração.....</b>	<b>57</b>
3.8 Avaliação do Sistema Especialista.....	60
<b>3.8.1 Análise dos dados.....</b>	<b>61</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
4.1 Base de conhecimento para auxílio à avaliação da atividade de levantar na VL.....	63
4.2 Base de conhecimento para auxílio à avaliação da atividade de sentar na Vista Lateral.....	68
4.3 Base de conhecimento para auxílio à avaliação das atividades de levantar e sentar na Vista Anterior.....	72
4.4 Avaliação dos Sistemas Especialistas .....	79
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>87</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>91</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>93</b>
<b>8 ANEXOS.....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo I.</b> Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Avaliação dos Sistemas Especialistas .....	101
<b>Anexo II.</b> Exemplo de variáveis e seus respectivos valores referente à base de conhecimento para avaliação da atividade de Levantar - Vista Lateral. ....	106
<b>Anexo III.</b> Exemplo de variáveis e seus respectivos valores referente à base de conhecimento para avaliação da atividade de Sentar - Vista Lateral. ....	107
<b>Anexo IV.</b> Exemplo de variáveis e seus respectivos valores referente à base de conhecimento para avaliação das atividades de Levantar e Sentar - Vista Anterior. ....	108
<b>Anexo V.</b> Modelo das regras de produção do protocolo de avaliação da atividade de Levantar - Vista Lateral. .... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Anexo VI.</b> Modelo das regras de produção do protocolo de avaliação da atividade de Sentar - Vista Lateral. ....	112
<b>Anexo VII.</b> Modelo das regras de produção do protocolo de avaliação das atividades de Levantar e Sentar - Vista Anterior. ....	114

<b>Anexo VIII.</b> Questionário de avaliação do Sistema Especialista para avaliação da atividade de Levantar – Vista Lateral.....	116
<b>Anexo IX.</b> Questionário de avaliação do Sistema Especialista para avaliação da atividade de Sentar – Vista Lateral.....	117
<b>Anexo X.</b> Questionário de avaliação do Sistema Especialista para avaliação das atividades de Levantar e Sentar – Vista Lateral.....	118



## 1 INTRODUÇÃO

As atividades de levantar e sentar são pré-requisitos para muitas atividades de vida diária<sup>(1,2)</sup>, e representam independência funcional<sup>(1,3)</sup>, pois são precursoras para outras funções<sup>(4)</sup>. Mudanças na sua execução são encontradas em idosos e em indivíduos com doenças incapacitantes<sup>(5,6,7)</sup>.

A análise dos movimentos durante as atividades de sentar e levantar da cadeira pode proporcionar benefícios semelhantes à abordagem utilizada com a definição dos movimentos da marcha<sup>(8)</sup> que, apesar das controvérsias, seus padrões têm sido freqüentemente estabelecidos<sup>(4)</sup>. A descrição destas atividades não está bem estabelecida, nem os fatores que contribuem para a identificação da amplitude articular durante estas atividades, uma vez que não há um padrão de normalidade<sup>(1)</sup>.

Em aplicações práticas e clínicas para análise do desempenho funcional destas atividades, existe a necessidade de estabelecer quais são os movimentos envolvidos antes de analisar e identificar quaisquer anormalidades<sup>(9)</sup>, considerando que a avaliação funcional das atividades de levantar e sentar é freqüentemente utilizada por fisioterapeutas, como por exemplo, ao examinar pacientes com disfunções neurológicas e musculoesqueléticas<sup>(10)</sup>.

Com o desenvolvimento dos métodos e tecnologias relacionadas ao campo da Inteligência Artificial (IA), muitos problemas passaram a ter sua resolução realizada ou auxiliada por máquinas, como computadores ou sistemas microcontrolados que são capazes de “tomada de decisão” por meio da implementação de programas para “resolução de problemas”<sup>(11)</sup>.

Dentre as possibilidades de utilização da informática em saúde destacam-se os sistemas especialistas, os quais são sistemas computacionais que realizam funções na tentativa de mimetizar as que são normalmente executadas por um especialista humano<sup>(11)</sup>.

Um profissional da saúde deve ter conhecimento sobre a maioria dos distúrbios existentes, mas devido à quantidade excessiva destes torna-se difícil o domínio de todos. Portanto, um sistema especialista poderia auxiliar na identificação rápida do distúrbio<sup>(12)</sup>.

### 1.1 ATIVIDADE DE LEVANTAR E SENTAR

Há uma escassez de estudos sobre a descrição detalhada destes movimentos, principalmente na atividade de sentar<sup>(13)</sup>, o que pode ser

justificado pelo fato de a atividade de levantar ter maior impacto funcional em comparação à atividade de sentar<sup>(14)</sup>. De fato, levantar da cadeira é um importante pré-requisito para alcançar várias atividades funcionais e fisiológicas. Além disso, muitos idosos em condições de fraqueza muscular, dor ou outras disfunções não são capazes de levantar, mas conseguem sentar<sup>(14)</sup>.

A atividade de levantar tem sido descrita e os fatores que influenciam na sua execução tem sido analisados<sup>(4, 15, 16)</sup>. Há diferentes definições para estas atividades, as quais variam de acordo com o objetivo do estudo.

Roebroeck et al.<sup>(17)</sup> definiram a atividade de levantar como a mudança do centro de massa para cima a partir da posição sentada sem perda do equilíbrio. Vander Linden et al.<sup>(18)</sup> caracterizaram a atividade de levantar como o movimento transicional para a posição em pé que exige o deslocamento do centro de massa de uma postura estável para outra de menor estabilidade.

Schenkman et al.<sup>(19)</sup> descreveram a atividade de levantar em 4 fases. Fase I (momento de flexão) referente ao início do movimento até momento antes do afastamento da cadeira; fase II (transferência) começa no momento em que as nádegas desencostam da cadeira e termina quando há dorsiflexão máxima dos tornozelos; fase III (extensão) é iniciada logo depois da amplitude máxima de dorsiflexão do tornozelo e termina quando inicia a extensão dos quadris; fase IV (estabilização) inicia após a extensão dos quadris e termina quando todos os movimentos associados com a estabilização estão completos.

A atividade de sentar também pode ser descrita em 4 fases: fase I (inclinação anterior), onde ocorre movimento para frente do tronco; fase II (deslocamento vertical) caracteriza-se pelo movimento descendente do tronco; fase III (deslocamento angular dos joelhos) representada pela flexão dos joelhos; fase IV (recuperação ou estabilização) é o movimento para trás do tronco<sup>(20)</sup>.

Na atividade de sentar, indivíduos idosos apresentam menor deslocamento angular na flexão do tronco, podendo ser uma estratégia que funciona como mecanismo de adaptação para diminuir o desequilíbrio anterior<sup>(14)</sup>. Tal característica poderia ser usada como um indicador sobre idade no controle postural na avaliação clínica.

Na atividade de levantar, mulheres com osteoartrite de joelho, apresentam maior tempo para a execução desta atividade devido a menor eficiência da utilização dos músculos extensores do joelho nesta população, em comparação ao grupo controle<sup>(8)</sup>.



Em indivíduos parkinsonianos, a atividade de levantar é realizada mais lentamente<sup>(21)</sup>, e estes indivíduos apresentam maior flexão de tornozelos, joelhos e quadris na posição final da atividade, em comparação aos indivíduos normais<sup>(7)</sup>.

Apesar de a avaliação sobre a atividade de levantar estar sendo estudada desde 1970<sup>(8)</sup>, ainda há poucos estudos em comparação às pesquisas sobre a marcha normal<sup>(22)</sup> e a marcha patológica<sup>(23)</sup>.

## 1.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial (IA) é um campo promissor de pesquisas com larga aplicabilidade. Apesar de seus fundamentos poderem remontar aos estudos de Lógica de Aristóteles na Grécia Antiga, somente durante a Segunda Grande Guerra (1939-1945) surgiram os ferramentais básicos para o desenvolvimento de sistemas inteligentes, ou seja, os computadores digitais. É um campo do conhecimento que estuda como capacitar uma máquina para realizar funções que caracterizam o pensamento humano, ou conforme a definição de Russel e Norvig: *“o campo da Inteligência Artificial, ou IA, esforça-se para entender as entidades inteligentes. Então, uma razão para estudar isto é aprender mais sobre nós mesmos. Mas diferente da filosofia e da psicologia, que também lidam com a inteligência, a IA esforça-se em construir entidades inteligentes...”*. Em função dos primeiros resultados obtidos, os recursos para desenvolvimento de técnicas e métodos na área têm aumentado exponencialmente. Como decorrência, vários paradigmas surgiram. O paradigma simbólico, fortemente baseado em lógica, procura simular o comportamento inteligente. No paradigma de Redes Neurais Artificiais, a estrutura do cérebro biológico é modelada matematicamente e, a seguir simulada em um computador, na esperança da emergência de um comportamento inteligente.

Mais recentemente o paradigma de Raciocínio Baseado em Casos, o qual se procura encontrar, numa base de casos resolvidos com sucesso, utilizando-se alguma métrica, os mais similares ao caso em questão e, a partir das soluções dadas àqueles, adaptar uma solução a este.

O paradigma de sistemas fuzzy baseia-se numa lógica multivalorada, a lógica fuzzy, que ao contrário das lógicas bivaloradas (praticamente todas desde Aristóteles), trata o universo sob estudo de uma forma mais semelhante àquela realizada por seres inteligentes. Ou seja, existe uma multitude de valores entre o “tudo” ou “nada”, “verdadeiro” ou “falso”, “1” ou “0” das lógicas tradicionais. Isto permite

que uma variável tenha valores de pertinência relacionados a diversos conjuntos, além daqueles já mencionados.

Outro paradigma da IA é o dos Algoritmos Genéticos, que tem ultimamente sido usado em problemas de otimização. Esta abordagem se baseia na Teoria da Evolução de Darwin e na Genética de Mendel. O problema em questão é modelizado em termos de uma população de indivíduos constituído de cromossomos que representam sua carga genética. Através de mecanismos de reprodução, eliminação e mutação, novas populações são geradas. Da mesma forma que na natureza, os mecanismos de evolução e propagação genética fazem com que gerações sucessivas sejam mais adaptadas ao universo representativo do problema. Eventualmente, encontra-se um indivíduo, ao longo do processo, que representa a solução do problema.

Um dos mais bem sucedidos produtos da IA é o chamado Sistema Especialista (SE), que pode ser implementado com base em diversos dos paradigmas acima discutidos. No caso de Sistemas Especialistas (SE's) baseados em regras (Paradigma Simbólico), o Engenheiro de Conhecimento (implementador do sistema) tenta fazer com que o Especialista de Domínio (o profissional especialista no assunto) articule e/ou traduza em regras a maneira como ele resolve o problema. Ou seja, usando Regras de Produção "SE... ENTÃO...", articular as relações entre causas e efeitos, como por exemplo, sintomas e possíveis diagnósticos.

As aplicações, na área de saúde, são vastas e podem ser resumidas em quatro grandes blocos, as quais consistem em: Sistemas de auxílio ao diagnóstico; Processamento de sinais bioelétricos; Processamento de imagens; Sistemas de auxílio à educação<sup>(24)</sup>.

O Instituto de Engenharia Biomédica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina (IEB-UFSC) há muitos anos vem trabalhando no desenvolvimento de SE's, bem como em outros produtos da IA.

De forma a facilitar o desenvolvimento de SE's diretamente pelos Especialistas de Domínio ou com pouca interferência de Engenheiros de Conhecimento, utiliza-se uma Shell que consiste num programa para facilitar a implementação de outros programas. Ou seja, uma Shell de um SE permite que um usuário sem muito conhecimento de técnicas de IA possa desenvolver um sistema seguindo passos pré-definidos e orientados pela própria Shell.

Muitos dos sistemas desenvolvidos no IEB-UFSC usaram uma Shell, denominada Expert Sinta, desenvolvida pelo LIA – Laboratório

de Inteligência Artificial da Universidade Federal do Ceará<sup>(25)</sup>. Inspirado nesta, foi desenvolvido um sistema próprio denominado Intellec System.

Estas Shell's são ferramentas computacionais que utilizam técnicas de IA para a geração automática de SE's apresentando uma máquina de inferência baseada na linguagem Prolog e, por consequência, no Princípio da Resolução em Lógica de Primeira Ordem (Cálculo dos Predicados).

A ferramenta Intellec System foi desenvolvida, em suas diversas versões, como dissertações de mestrado por pesquisadores do IEB-UFSC. A última versão foi a que realmente recebeu o nome de Intellec System<sup>(26)</sup>, e teve seus direitos autorais registrados. Atualmente, este sistema está sendo modificado para melhorar sua interface “homem-máquina” e incluir outros tipos de variáveis de forma a expandir suas capacidades de utilização, principalmente direcionado a atender particularidades na área da saúde. Esta nova versão está sendo denominada Intellec System v. 2.0.

Com base no que foi exposto, o objetivo deste estudo foi desenvolver uma base de conhecimento para Sistema Especialista visando auxiliar no suporte à avaliação das atividades de levantar e sentar, baseado em um protocolo clínico, por meio da utilização de uma Shell de Inteligência Artificial.

### 1.3 SISTEMAS ESPECIALISTAS EM MEDICINA

Os Sistemas Especialistas podem ser encontrados em diferentes especialidades da medicina e em outras áreas da saúde, como na psiquiatria para a identificação de transtornos mentais<sup>(27)</sup>, na cardiologia para o auxílio ao diagnóstico de doença arterial coronariana<sup>(28)</sup>.

Em um estudo na área de Reumatologia, com o objetivo de desenvolver uma base de conhecimento com o desempenho no nível de um médico especialista, testaram o SE em 384 casos clínicos selecionados que representam doenças na base; em 74 casos não selecionados admitidos em uma unidade de tratamento para artrite; e em 59 casos aleatórios. Em todas as séries, a análise de reprodutibilidade do SE com o “padrão-ouro” de diagnóstico pelo consenso de reumatologistas, foi maior que 90%<sup>(29)</sup>.

Em outro estudo, foi elaborado um protótipo de SE utilizando o Raciocínio Baseado em Casos para auxílio ao diagnóstico de doenças cardíacas. Foram coletados 110 casos para 4 doenças cardíacas (estenose mitral, insuficiência cardíaca do lado esquerdo, angina de peito estável e hipertensão essencial)<sup>(30)</sup>.

Cada caso continha 207 atributos relativos a dados demográficos e clínicos. Após a remoção dos casos duplicados, o sistema treinou um conjunto de 42 casos de pacientes cardíacos. Foi realizada análise estatística para determinar a importância dos valores atribuídos aos casos. Cardiologistas avaliaram o desempenho do sistema, o qual foi capaz de sugerir o diagnóstico correto nos treze novos casos testados<sup>(30)</sup>.

Em um estudo sobre a avaliação do funcionamento de um sistema especialista para o diagnóstico de Diabetes, as respostas dos médicos foram comparadas às respostas do sistema com o auxílio de uma escala específica de avaliação para verificar a concordância. Evidenciaram que o sistema facilita no ajuste da dose da insulina em pacientes portadores de diabetes Tipo I ou Tipo II. Concluíram que o sistema especialista para o suporte à conduta do paciente diabético apresenta benefícios relacionados à redução de custos que ele proporciona quanto ao tempo em que o médico orienta por meio de instruções verbais, o suporte em termos de objetivo e uma tomada de decisão consistente, bem como o aprendizado do conhecimento clínico sobre a administração da insulina. O SE apresentou um papel educacional, de forma a contribuir na formação do profissional médico<sup>(31)</sup>.

Em um estudo com o objetivo de criar um SE para auxílio à tomada de decisão clínica em casos de pacientes com síndrome coronariana aguda, foi elaborada a base de conhecimento com auxílio dos médicos especialistas, a partir de normas atuais de gestão, diretrizes e resultados de estudos com ensaios clínicos de acordo com as regras da medicina baseada em evidências. Afirmaram que a recomendação sugerida pelo SE pode ser confiável. As estratégias recomendadas pelo sistema são comparadas à gestão aplicada em pacientes tratados em ambulatório de cardiologia<sup>(32)</sup>.

Um estudo sobre SE de Neurologia, foi desenvolvido uma base de conhecimento com abrangência de aproximadamente 400 diagnósticos de doenças neurológicas e psiquiátricas. Ao introduzir os sintomas, o curso e a localização da doença, o programa calcula um primeiro conjunto de possíveis diagnósticos diferenciais e solicita que acrescente outros sintomas ou a realização de diagnósticos auxiliares para investigar o diagnóstico final.

O desempenho do SE foi testado com 15 relatos de casos neurológicos pré-determinados, onde usuários com diferentes conhecimentos prévios de Neurologia inseriram o conhecimento da entrada. Neste teste, o programa foi capaz de identificar o diagnóstico correto em quase todos os casos e as hipóteses de diagnóstico foram superiores aos dos usuários com menor tempo de formação em

neurologia. No teste com os dados reais do paciente, a taxa de diagnósticos corretos foi de aproximadamente 80%. Concluíram que a maneira de elaboração do sistema é apropriada para sugerir diagnósticos neurológicos. Os autores sugerem a aplicação do SE para fins educacionais, contribuindo para a formação do estudante ou como trabalho de referência interdisciplinar<sup>(33)</sup>.

Um estudo controlado e randomizado sobre o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão no controle do medicamento anticoagulante varfarina, mostrou que a consulta do paciente ao sistema foi mais eficaz em comparação às consultas com médicos residentes quanto à recomendação do uso e marcação para a próxima consulta. O sistema foi validado e os autores relatam que se houver um treinamento adequado, profissionais da enfermagem e farmácia podem aprender e utilizar o sistema para auxiliar nos cuidados destes pacientes. Os resultados confirmam que estes sistemas oferecem benefícios à comunidade, com melhor manutenção do tratamento de doenças crônicas propensas a mau controle<sup>(34)</sup>.

Outro estudo abordou a necessidade do exame de rotina da osteoporose, a qual desde 2002 tem sido recomendada pelo Serviço Americano de Prevenção. No entanto, estudos demonstram que esta doença continua sendo subdiagnosticada. Os autores investigaram se é possível aumentar as taxas de densidade óssea por meio da implementação de um sistema de apoio à decisão na prática de cuidados primários. Realizaram uma revisão retrospectiva dos prontuários médicos de mulheres elegíveis para triagem de osteoporose que não haviam realizado testes prévios e que tinham sido atendidos no serviço de cuidados primários em 2007 ou 2008 (antes e após a implementação do sistema). Verificaram melhora significativa nas taxas de triagem destas pacientes, o que sugere que o sistema pode otimizar os cuidados, garantindo que seja realizado o exame para pacientes com riscos de fraturas e que outros testes desnecessários sejam evitados<sup>(35)</sup>.

Um estudo realizado com o objetivo de determinar se a apresentação das diretrizes sobre a profilaxia de tromboembolismo venoso com a utilização de um sistema de apoio à decisão aumenta a proporção de tomada de decisão clínica prática adequada. O sistema projetado para fornecer informações sobre a prevenção de tromboembolismo entre pacientes cirúrgicos foi inserido na prática clínica durante 3 períodos de 10 semanas de intervenção, alternado com 4 períodos de 10 semanas de controle, com um tempo de espera de 4 semanas entre os períodos. Foram mensuradas as proporções de prescrições adequadas solicitadas, de acordo com as diretrizes, durante o

período de intervenção e controle. Evidenciaram que durante o período de intervenção a adequação das prescrições aumentou significativamente ( $P < .0001$ ), com melhora do comportamento clínico e melhor cumprimento com as normas contidas nas diretrizes<sup>(36)</sup>.

Em um estudo sobre a prática clínica de orientação para a terapêutica da dor não-oncológica crônica por meio de opióides, foram descritos o processo e os resultados para operacionalizar as diretrizes sobre a prática clínica desta terapêutica em um sistema de suporte à decisão a fim de incentivar a correta prescrição de opióides durante os cuidados primários. O uso deste processo interativo levou ao desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão clínica multifuncional, a qual foi aprovada pelos autores das diretrizes, especialistas na área e pelos clínicos envolvidos no teste<sup>(37)</sup>.

#### 1.4 SISTEMAS ESPECIALISTAS EM FISIOTERAPIA

Na fisioterapia, estudos com o desenvolvimento destes sistemas estão voltados para a análise dos fatores de risco relacionados ao trabalho nos distúrbios musculoesqueléticos<sup>(38)</sup>, para o apoio à tomada de decisão no tratamento de dor nos ombros e pescoço<sup>(39)</sup>, para o diagnóstico de lombalgia<sup>(40)</sup>.

Cardoso et al. (2005)<sup>(11)</sup> elaboraram um protótipo de SE para exames ortopédicos de quadril, joelho e tornozelo a partir do Shell de IA Expert SINTA, Demonstraram, por meio de simulações realizados no protótipo, que sistemas especialistas podem ser utilizados para apoio à sistematização destes exames, podendo contribuir na prática do profissional bem como do acadêmico em Fisioterapia.

Em um estudo com o objetivo de desenvolver um SE para pacientes vítimas de Acidente Vascular Encefálico (AVE), foi elaborada uma base de conhecimento com informações necessárias para as etapas de avaliação, sendo capaz de fornecer sugestões para a reabilitação. A implementação do sistema foi realizada por meio do conhecimento de fisioterapeutas, sendo feita uma combinação entre 2 instrumentos normalmente utilizados em conjunto para este tipo de paciente. Foi utilizado o CVA Status Sheet para mensurar mobilidade dos membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII), equilíbrio e reflexos na atividade de sentar e levantar, caminhar, rosto e deglutição, e distúrbios da função neuropsicológica. Este serviu como suporte para a elaboração da base de conhecimento. Foi utilizado um instrumento chamado Modified Motor Assessment Scale (MMAS) para mensurar a capacidade funcional. A elaboração da base resultou em uma estrutura

de avaliação e tratamento em 7 categorias, envolvendo movimento dos MMSS e MMII, mobilidade na cama, equilíbrio e reações na atividade de sentar e levantar, caminhar, e distúrbios da função neuropsicológica<sup>(41)</sup>.

As regras de produção foram divididas conforme as 2 etapas. As regras para a avaliação contêm as informações iniciais para a conclusão da condição do paciente, e as regras referentes à etapa de reabilitação são baseadas nas regras iniciais. Durante a consulta, o funcionamento da base segue nas informações sobre os dados fornecidos pelo usuário sobre a avaliação e em seguida, o sistema sugere a condição do paciente e auxilia na decisão para a conduta terapêutica<sup>(41)</sup>.

Em um estudo sobre a aplicação de novas técnicas metodológicas para o desenvolvimento de um SE, foi elaborado um programa capaz de interpretar os resultados gerados por uma máquina isocinética, a qual permitiu a avaliação e sugestão do diagnóstico de problemas musculares nas articulações dos joelhos<sup>(42)</sup>.

## 1.5 OUTROS SISTEMAS INTELIGENTES PARA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE LEVANTAR E SENTAR

Shen et al. (2008)<sup>(43)</sup> realizaram um estudo para o desenvolvimento de um aparelho para auxiliar no movimento de levantar, elaboraram um método baseado em redes neurais, para o reconhecimento das fases sucessivas desta atividade por meio de sinal de superfície eletromiográfica amostrados a partir dos membros inferiores, combinada com a força de reação do solo, que indica a posição do centro de gravidade do sujeito. Desta maneira, as informações dos movimentos durante a atividade foram registradas e extraídas. Os resultados obtidos demonstraram alta taxa de reconhecimento, garantindo que esta tecnologia pode ser utilizada para a identificação dos movimentos durante a atividade de levantar.

Veledar et al. (2010)<sup>(44)</sup> utilizaram uma tecnologia sensitiva não-invasiva de pressão para mensurar o tempo da atividade de levantar em indivíduos saudáveis e confirmaram que este sistema é útil na detecção das fases desta atividade.

Gioftsons & Grieve (1996)<sup>(45)</sup> desenvolveram em seu estudo, um sistema baseado em redes neurais artificiais para identificação de padrões de movimentos durante a atividade de levantar em pacientes com dor lombar crônica. Concluíram que este método pode ser considerado uma ferramenta auxiliar na avaliação e diagnóstico de padrões patológicos. No entanto, não é indicado para a prática clínica

devido à duração da avaliação por meio deste sistema, em torno de 15 minutos.

Além disto, o sistema citado possibilita apenas a identificação de 3 padrões de acordo com a condição do indivíduo (presença, ausência ou simulação da dor), o que limita a avaliação de indivíduos em outras condições.

Em um estudo sobre o desenvolvimento de um sistema de detecção das transições nas atividades de levantar e sentar, o objetivo foi obter uma avaliação automática do risco de quedas utilizando dados a partir dos quadros das filmagens utilizando método computacional de agrupamento difuso. Esta técnica demonstrou ser eficiente após ser utilizada em diferentes sujeitos<sup>(46)</sup>.

## 1.6 SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO (SSD)

A implementação de sistemas computacionais de apoio à decisão começou no ano de 1960, tornando-se prática com o desenvolvimento de microcomputadores, sistemas operacionais timeshare e computação distribuída<sup>(47)</sup>.

A partir de 1980 muitas atividades associadas à construção e estudos com SSD ocorreram em universidades e organizações que resultou na ampliação da aplicação destes sistemas. Com isto, houve uma expansão da área de SSD para a aplicação de domínio em negócios e gestão. Desde então, foi reconhecido que SSD podem ser projetados para fornecer suporte à tomada de decisão em qualquer nível em uma organização. Além disso, estes sistemas poderiam apoiar operações de tomada à decisão, tomada de decisão na gestão financeira e estratégicas<sup>(47)</sup>.

De acordo com a evolução da tecnologia, novas aplicações de sistemas computacionais para suporte à decisão foram desenvolvidas e estudadas. Os pesquisadores usaram vários frameworks para ajudar a construir e entender esses sistemas. Hoje é possível organizar a história do SSD em cinco categorias, incluindo SSD de comunicações dirigidas, dados dirigidos, documento dirigido, conhecimento dirigido e modelo dirigido.

A história dos SSD abrange um período relativamente pequeno, onde os conceitos e tecnologias ainda estão em evolução. Hoje ainda é possível reconstruir a história dos SSD de contas de retrospectiva dos participantes-chave, bem como de materiais publicados e não publicados. Muitos dos desenvolvedores que contribuíram no início



estão se aposentando, mas suas idéias e ações podem ser capturados para guiar futuras inovações neste campo<sup>(47)</sup>.

Hoje, os SSD são aplicados em praticamente todas as áreas de conhecimento. Em algumas, como gestão e aplicações específicas em Engenharia, estes sistemas são cada vez mais aceitos e já fazem parte da rotina dos profissionais nestas áreas. Em outras, como as disciplinas relacionadas à área da saúde, sistemas deste tipo tem sido propostos e desenvolvidos nos últimos anos. Devido à peculiaridade da área da saúde e as incertezas e imprecisões inerentes, os sistemas ainda não têm sido largamente aceitos. Todavia, o desenvolvimento de novas tecnologias, como por exemplo, o case based reasoning e os sistemas fuzzy estão levando a sistemas com desempenho cada vez melhores.

Nos próximos anos é esperada a consolidação destes sistemas na área<sup>(24)</sup>.

## 1.7 JUSTIFICATIVA

As atividades de levantar e sentar podem ser avaliadas e descritas por meio de diferentes metodologias. Dentre elas, a análise cinemática apresenta alta reprodutibilidade para as medidas angulares<sup>(10)</sup> e pode ser utilizada para descrever o padrão dos movimentos, sendo possível mensurar o deslocamento do centro de massa. A eletromiografia é outro método, onde os músculos envolvidos podem ser identificados e sua atividade durante a tarefa pode ser mensurada<sup>(16)</sup>. No entanto, estes recursos não são acessíveis para a prática clínica dos fisioterapeutas.

Além disso, observa-se dificuldade na comparação entre as análises dos estudos devido às diferentes metodologias adotadas, havendo uma heterogeneidade quanto à forma de avaliação. Alguns consideram importante a análise dos movimentos dos membros superiores<sup>(48)</sup>, outros desprezam esta análise, solicitando que os indivíduos cruzem os braços para não prejudicar a visualização dos membros inferiores<sup>(49)</sup>.

A atividade de levantar é avaliada com frequência na prática clínica, onde variáveis, como o tipo da cadeira, altura do assento, posicionamento dos pés e o uso de apoio para os membros superiores deveriam ser consideradas a fim de obter uma avaliação padronizada<sup>(15)</sup>.

Apesar de alguns pesquisadores descreverem esta atividade detalhadamente em indivíduos saudáveis<sup>(19)</sup>, não existe uma padronização para a sua avaliação, o que torna mais difícil a análise

clínica na identificação de problemas relacionados à execução destas atividades<sup>(15)</sup>.

Sistemas Especialistas podem ser desenvolvidos para a área da saúde, beneficiando o Especialista de Domínio, de acordo com os seguintes fatores<sup>(12)</sup>:

1. Os SE's aumentam a precisão do diagnóstico clínico por meio de abordagens sistemáticas, completas e capazes de integrar dados de diversas fontes;
2. Aumentam a confiabilidade das decisões clínicas, evitando influências equivocadas de casos semelhantes, porém não idênticos;
3. Melhoram a eficiência de custos de exames e terapias por equilibrar o desperdício de tempo, a inconveniência contra os benefícios e os riscos na definição das ações;
4. Aumentar a compreensão da estrutura do conhecimento relacionado à área da saúde, com o desenvolvimento associado de técnicas para a identificação de inconsistências e inadequações;
5. Para melhorar a compreensão da tomada de decisão clínica, a fim de melhorar o ensino da área da saúde e tornar o sistema mais eficaz, facilitando o seu entendimento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver bases de conhecimento para Sistemas Especialistas visando o suporte à avaliação das atividades de levantar e sentar, baseado em protocolos clínicos, por meio da utilização de uma Shell de Inteligência Artificial.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Disponibilizar um instrumento para o auxílio na investigação sobre a maneira de execução das atividades de levantar e sentar na cadeira;
- b) Auxiliar na padronização da metodologia da avaliação funcional destas atividades;
- c) Direcionar a continuidade da avaliação com base nos dados obtidos na análise destas atividades;
- d) Proporcionar o direcionamento das hipóteses com base na estratégia motora identificada;
- e) Avaliar o sistema.



### 3 MÉTODOS

#### 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Pesquisa tecnológica e aplicada; estudo formulativo e método dedutivo<sup>(50, 51)</sup>.

#### 3.2 PARTICIPANTES/AMOSTRA

O grupo avaliador consistiu em 12 fisioterapeutas, os quais foram recrutados em cursos de pós-graduação na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

Foram critérios de seleção: tempo de formação de no mínimo 1 ano e no máximo 3 anos, ser aluno na Especialização em Fisioterapia do FMUSP.

Dentre os participantes, 10 apresentavam experiência na área de Reeducação Funcional da Postura e do Movimento e 2 tinham experiência em Fisioterapia Hospitalar.

Foram selecionados profissionais com características semelhantes quanto ao tempo de formação, sendo que a maioria apresentava experiência na mesma área de atuação, estando relacionada ao tema abordado no estudo a fim de homogeneizar a amostra. Foram escolhidos 2 avaliadores com experiência em outra área para verificar a utilização dos sistemas com usuários não atuantes na área.

#### 3.3 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), protocolo 1093 FR: 384178.

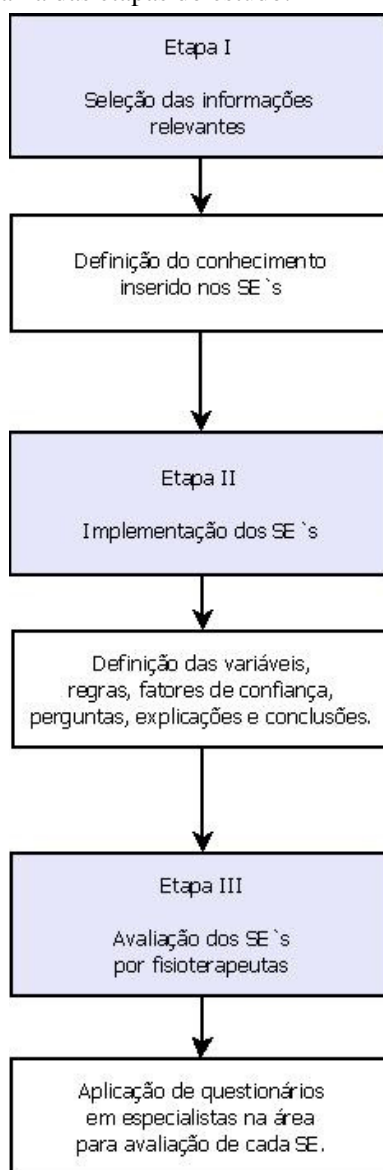
Todos os avaliadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo I) antes de sua participação no estudo.

#### 3.4 DEFINIÇÕES DO ESTUDO

O Intellec System 2.0 foi inicialmente escolhido para a implementação do SE. Porém, tal projeto sofreu atraso e seu desenvolvimento não foi concluído e registrado em tempo hábil de utilização. Por isto, outra ferramenta computacional (Shell) foi utilizada, a Expert Sinta, a qual já era conhecida pelos pesquisadores do presente

estudo por ter sido precursora, servindo de base para a elaboração do Intellec System 1.0.

Para o desenvolvimento da pesquisa com a devida implementação do SE de suporte à avaliação das atividades de levantar e sentar, com base em um protocolo clínico, foi necessário seguir as seguintes etapas (Figura 1):

**Figura 1.** Fluxograma das etapas do estudo.

Fonte: Própria autoria

### 3.5 PROCEDIMENTOS

#### 3.5.1 Seleção das informações relevantes:

A identificação das informações para a implementação do sistema inteligente foi realizada com base em um estudo sobre a elaboração de protocolos clínicos para a avaliação das atividades de levantar e sentar na vista anterior e lateral. Estes continham as descrições destas atividades feitas a partir de um levantamento bibliográfico e observação de filmagens de indivíduos funcionalmente independentes<sup>(52)</sup>.

De acordo com estes protocolos (Figuras 2-4), as atividades de levantar e sentar são definidas em 4 fases. Ao levantar, tem-se: situação 1 (posição inicial) referente à sedestação, joelhos e quadris em flexão; situação 2 (fase de pré-levantamento) referente à inclinação da cabeça e do tronco até o afastamento da cadeira, sendo que o centro de gravidade (CG) é convertido no deslocamento vertical; situação 3 (fase de levantamento), a qual consiste no movimento ascendente dos quadris e ocorre um deslocamento vertical para cima do CG; situação 4 (fase de estabilização), que inicia após a extensão dos quadris e termina quando todos os movimentos associados com a estabilização estão completos.

A atividade de sentar consiste em: situação 1 (posição inicial) referente à bipedestação; situação 2 (fase de pré-agachamento) correspondente à flexão anterior do tronco e início da flexão dos joelhos e quadris ; situação 3 (fase de agachamento) referente ao movimento descendente do tronco e à flexão dos joelhos e quadris; situação 4 (fase de estabilização) correspondente à extensão do tronco e ao apoio do quadril no assento.



**Figura 2.** Protocolo I - Avaliação da atividade de Levantar na Vista Lateral.

Segmentos corporais	Situação 1 - POSIÇÃO INICIAL		Situação 2 - PRÉ-LEVANTAMENTO		Situação 3 - LEVANTAMENTO		Situação 4 – ESTABILIZAÇÃO		Soma	Condição segmentar
<b>Pé</b>	Apoio neutro <sup>1</sup>		Apoio neutro sem deslocamento posterior		Apoio neutro		Apoio neutro			
<b>Tornozelo</b>	Dorsiflexão		Dorsiflexão máxima da atividade (16)		Diminuição da dorsiflexão		Posição neutra			
<b>Joelho</b>	Flexão 80° (15)		Leve diminuição da flexão (18)		Extensão 115° (19)		Extensão completa			
<b>Pelve</b>	Retroversão (16)		Anteversão (16)		Retroversão (16)		Posição neutra <sup>2</sup>			
<b>Quadril</b>	Flexão 90° (15)		Flexão 140° (18)		Flexão 120° (19)		Posição neutra			
<b>Tronco</b>	Posição neutra		Flexão do tronco / flexão do quadril (1:3) (17)		Flexão 20° (17)		Posição neutra			
<b>Membro Superior</b>	Posição neutra		Posição neutra		Posição neutra		Posição neutra			
<b>Coluna cervical</b>	Posição neutra		Extensão		Flexão		Posição neutra			
<b>Cabeça</b>	Posição neutra		Posição neutra		Posteriorização		Posição neutra			

Fonte: CUNHA et al., 2012; p. 19.

<sup>1</sup> Retropé e antepé em contato com o chão.

<sup>2</sup> Condição natural do indivíduo.

**Figura 3.** Protocolo II - Avaliação da atividade de Sentar na Vista Lateral.

Segmentos corporais	Situação 1 - POSIÇÃO INICIAL		Situação 2 - PRÉ-AGACHAMENTO		Situação 3 - AGACHAMENTO		Situação 4 - ESTABILIZAÇÃO		Soma	Condição segmentar
<b>Tornozelo</b>	Posição neutra		Dorsiflexão		Dorsiflexão máxima da atividade		Dorsiflexão			
<b>Joelho</b>	Extensão completa		Flexão 20°		Flexão 75°		Flexão 85°			
<b>Quadril</b>	Posição neutra		Flexão 10°		Flexão 70°		Flexão 90°			
<b>Tronco</b>	Posição neutra		Flexão 45°		Extensão		Posição neutra			
<b>Membro Superior</b>	Posição neutra		Posição neutra		Anteriorização		Posição neutra			
<b>Coluna cervical</b>	Posição neutra		Extensão		Flexão		Posição neutra			
<b>Cabeça</b>	Posição neutra		Posteriorização		Posição neutra		Posição neutra			

Fonte: CUNHA et al., 2012; p. 20.

**Figura 4.** Protocolo III - Avaliação das atividades de Levantar e Sentar na Vista Anterior.

Segmentos corporais	Situação 1 - POSIÇÃO INICIAL			Situação 2 - PRÉ-LEVANTAMENTO/ AGACHAMENTO			Situação 3 – LEVANTAMENTO AGACHAMENTO			Situação 4 - ESTABILIZAÇÃO			Soma	Condição segmentar
	Posição neutra	Adução	Abdução	Posição neutra	Adução	Abdução	Posição neutra	Adução	Abdução	Posição neutra	Adução	Abdução		
<b>Pé Direito</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Adução			Adução			Adução			Adução				
	Abdução			Abdução			Abdução			Abdução				
<b>Pé Esquerdo</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Adução			Adução			Adução			Adução				
	Abdução			Abdução			Abdução			Abdução				
<b>Tornozelo Direito</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Eversão			Eversão			Eversão			Eversão				
	Inversão			Inversão			Inversão			Inversão				
<b>Tornozelo Esquerdo</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Eversão			Eversão			Eversão			Eversão				
	Inversão			Inversão			Inversão			Inversão				
<b>Joelho Direito</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Valgo			Valgo			Valgo			Valgo				
	Varo			Varo			Varo			Varo				
<b>Joelho Esquerdo</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Valgo			Valgo			Valgo			Valgo				
	Varo			Varo			Varo			Varo				
<b>Membro Superior Direito</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Adução			Adução			Adução			Adução				
	Abdução			Abdução			Abdução			Abdução				
<b>Membro Superior</b>	Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra			Posição neutra				
	Adução			Adução			Adução			Adução				
	Abdução			Abdução			Abdução			Abdução				

<b>Esquerdo</b>	Abdução	Abdução	Abdução	Abdução	Abdução	Abdução
	Simetria	Simetria	Simetria	Simetria	Simetria	Simetria
<b>Tronco</b>	Assimetria	Assimetria	Assimetria	Assimetria	Assimetria	Assimetria

Fonte: CUNHA et al., 2012; p. 21.

## 3.6 INSTRUMENTOS

### 3.6.1 SOFTWARE Expert SINTA

O Expert SINTA é uma Shell, de uso liberado, que utiliza técnicas de IA para geração automática de SE's. Esta ferramenta computacional utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e fatores de certeza<sup>3</sup>, tendo como objetivo principal simplificar o trabalho de implementação de SE's por meio do uso de uma máquina de inferência compartilhada, da construção automática de telas e menus, do tratamento probabilístico das regras de produção e da utilização de explicações sensíveis ao contexto da base de conhecimento modelada<sup>(25)</sup>.

Este programa apresenta uma interface *user friendly*, ou seja, de fácil utilização, e sua arquitetura consiste em:

- **Base de conhecimento:** a informação que o sistema utiliza.
- **Editor de bases:** é o meio pelo qual o sistema permite a implementação das bases.
- **Máquina de inferência:** é a parte do SE responsável pelas deduções sobre a base.
- **Banco de dados global:** são os fatos apontados pelo usuário durante a consulta ao SE.

Um SE baseado em tal tipo de modelo é bastante útil em problemas de classificação. O usuário responde a uma seqüência de menus, e o sistema encarregar-se-á de fornecer respostas que se encaixem no quadro apontado pelo usuário. Como exemplos, temos os sistemas para auxílio em diagnósticos clínicos na área da Medicina.

O software é identificado com um sistema de classificação. Entre outras características inerentes ao Expert SINTA, existem:

- utilização do encadeamento para trás (*backward chaining*);
- utilização de fatores de confiança;
- ferramentas de depuração;
- possibilidade de incluir ajudas on-line para cada base.

---

<sup>3</sup> Fatores de certeza, juntamente com Teoria das Probabilidades, Teoria da Crença e Lógica fuzzy são ferramentas matemáticas que podem ser usadas para modelizar a incerteza e a imprecisão inerentes ao sistema.

### 3.6.2 Base de conhecimento

O Expert SINTA utiliza regras de produção para modelar o conhecimento humano, o que o torna ideal para problemas de seleção, no qual uma determinada solução deve ser atingida a partir de um conjunto de seleções.

### 3.6.3 Encadeamento para trás

O encadeamento para trás é o modo mais comum de utilização de um SE. O desenvolvedor deve incluir na definição da base quais os atributos que devem ser encontrados (ou seja, os objetivos - goals - do SE). A máquina de inferência encarrega-se de encontrar uma atribuição para o atributo desejado nas conclusões das regras (após o ENTÃO...). Para que a regra seja aprovada, suas premissas devem ser satisfeitas, obrigando a máquina a encontrar os atributos das premissas para que possam ser julgadas, acionando um encadeamento recursivo. Caso o atributo procurado não seja encontrado em nenhuma conclusão de regra, uma pergunta direta é feita ao usuário.

## **3.6.4 Implementação do Sistema Especialista**

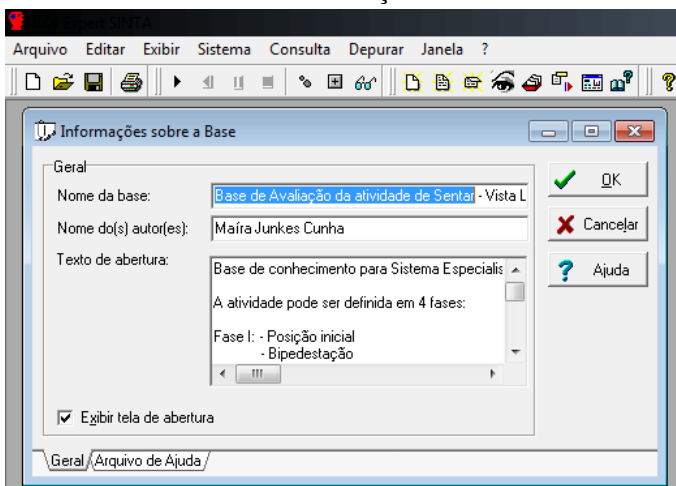
Esta etapa consistiu na definição das variáveis subjetivas e objetivas; elaboração das regras, valores verdade, perguntas que o sistema deve fazer ao usuário (fisioterapeuta) e suas respectivas explicações.

O sistema foi implementado de acordo com a necessidade clínica do fisioterapeuta, e gerou 3 bases de conhecimento de acordo com os protocolos clínicos.

### 3.6.4.1 Definição das informações sobre o Sistema Especialista

Primeiramente, foram inseridas as informações sobre as atividades de levantar e sentar, o funcionamento do SE e os casos aos quais ele se aplica, as explicações sobre os resultados com seus respectivos significados, e a autora da base de conhecimento. A tela de cadastro destas informações pode ser visualizada abaixo (Figura 5).

**Figura 5.** Tela de cadastro das informações do SE.

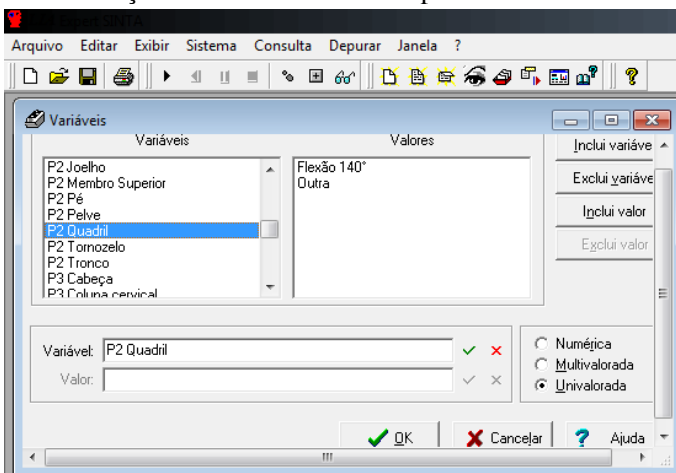


Fonte:Própria autoria

### 3.6.4.2 Definição das variáveis e valores

Para cada base, foram definidas as variáveis e seus respectivos valores de acordo com a atividade e a vista referente à avaliação (Figura 6).

**Figura 6.** Definição de variáveis e seus respectivos valores



Fonte:Própria autoria

Os exemplos de variáveis e valores referentes a cada base de conhecimento elaborada podem ser visualizados nos anexos II, III e IV.

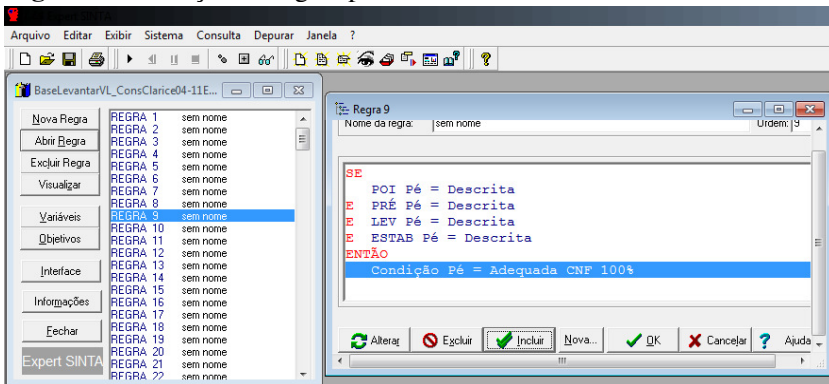
### 3.6.4.3 Definição das regras

Em cada base, foram definidas as regras de acordo com as atividades e as vistas analisadas (Figura 7).

A primeira parte do cadastro de regra foi realizada por meio da definição das premissas, onde primeiramente foi preenchida a variável, sendo que todas já haviam sido cadastradas; em seguida foi selecionado o tipo de associação do valor, referente ao sinal de atribuição, como igual ou diferente; por último foi escolhido o valor da variável.

A segunda parte do cadastro de regras é a inserção da conclusão da regra, que é inserida da mesma maneira que as premissas, em um local abaixo na tela.

**Figura 7.** Definição de regras para base de conhecimento.



Fonte: Própria autoria

Os modelos de construção das regras de produção para a implementação de cada base de conhecimento estão apresentados nos anexos V, VI e VII.

Em cada regra, foi definido um fator de confiança para ser usado como peso da regra em relação ao SE desenvolvido. Este consiste num fator determinado pela certeza que um especialista de domínio tem sobre o assunto de acordo com seu conhecimento e experiência.



### 3.6.4.4 Definição dos fatores de confiança

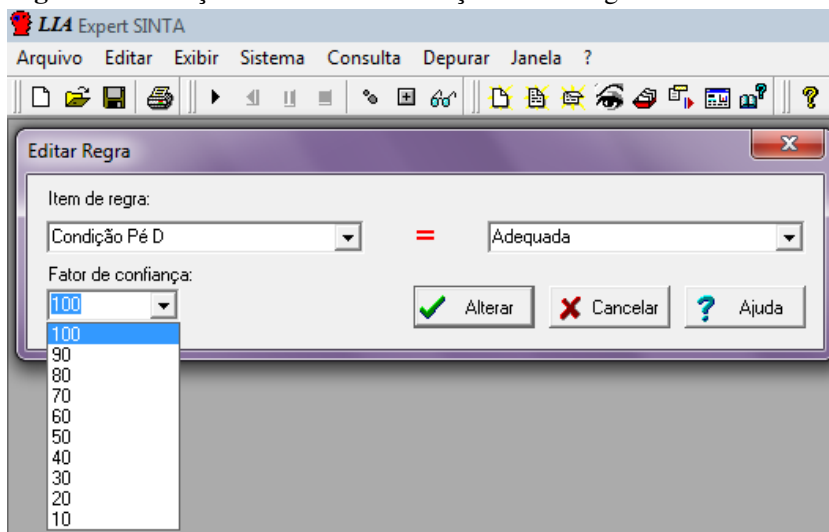
Fator de confiança representa o nível de certeza sobre uma resposta de uma pergunta realizada ao usuário, sendo essencial para o sistema saber o quão precisa é aquela informação que o usuário está passando. Assim o peso atribuído a cada regra influencia no resultado final do usuário.

O sistema admite 50% como valor mínimo de confiança<sup>4</sup> para que uma igualdade seja considerada verdadeira, mas esse valor pode ser mudado. O intervalo de grau de confiança varia de 0 a 100.

Os fatores de confiança foram definidos com valor de 100, o que indica que a certeza sobre a sugestão fornecida pelo sistema será de 100%.

A tela para a definição do fator de confiança pode ser visualizada na figura 8.

**Figura 8.** Definição do fator de confiança em uma regra.



Fonte: Própria autoria

### 3.6.4.5 Definição dos objetivos

O objetivo de uma consulta a um especialista é encontrar a resposta para um determinado problema. O mesmo ocorre com o SE,

<sup>4</sup> Este valor é o default do sistema. Todavia, ele pode ser modificado pelo usuário.

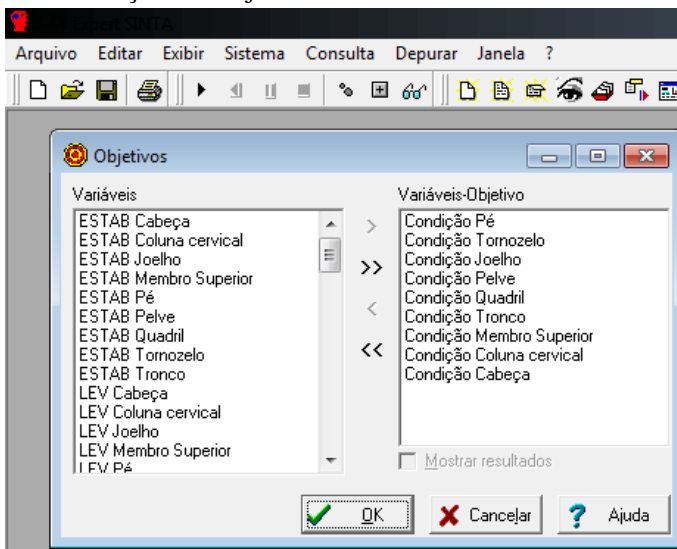
onde a diferença é que, neste sistema computacional, os “problemas” são representados por variáveis.

Apesar das limitações das máquinas, é possível, hoje, a construção de SE’s com alto grau de desempenho, dependendo da complexidade de sua estrutura e do grau de abrangência desejado, sendo a arquitetura de SE’s mais comum a que envolve regras de produção.

Enfim, os SE’s classificadores são programas de computador que procuram atingir soluções em determinados problemas do mesmo modo que especialistas humanos, se estiverem sob as mesmas condições.

Para cada base de conhecimento, foram definidas as “variáveis-objetivo”, representadas pela condição final de cada segmento (Figura 9).

**Figura 9.** Definição dos objetivos na base de conhecimento.



Fonte: Própria autoria

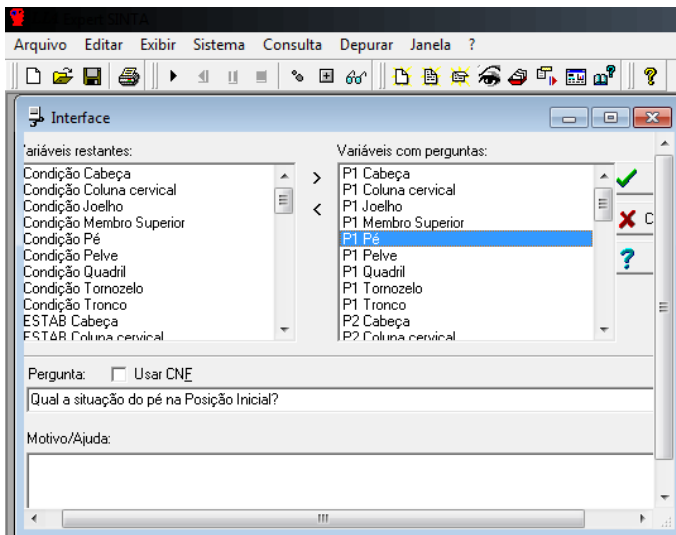
### 3.6.4.6 Definição das perguntas

As perguntas referentes às situações em cada fase foram elaboradas igualmente para todos os segmentos corporais conforme a atividade e a vista considerada no protocolo. Por motivos metodológicos não será possível a apresentação de todas as perguntas inseridas no sistema.

A seguir, serão demonstradas as telas que representam a implementação do segmento corporal “Pé” durante a atividade de Levantar.

A primeira pergunta refere-se à situação do segmento corporal “Pé” na “Posição Inicial” (Figura 10).

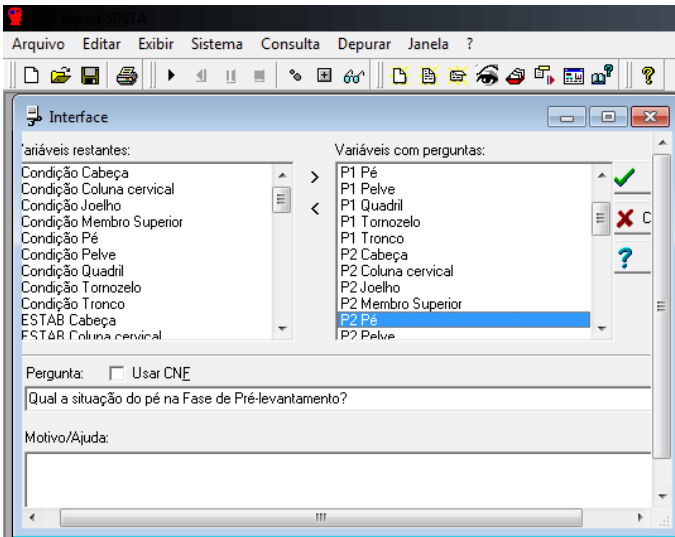
**Figura 10.** Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Posição Inicial.



Fonte: Própria autoria

Em seguida, faz-se a pergunta referente à situação do segmento “Pé” na “Fase de Pré-levantamento” (Figura 11).

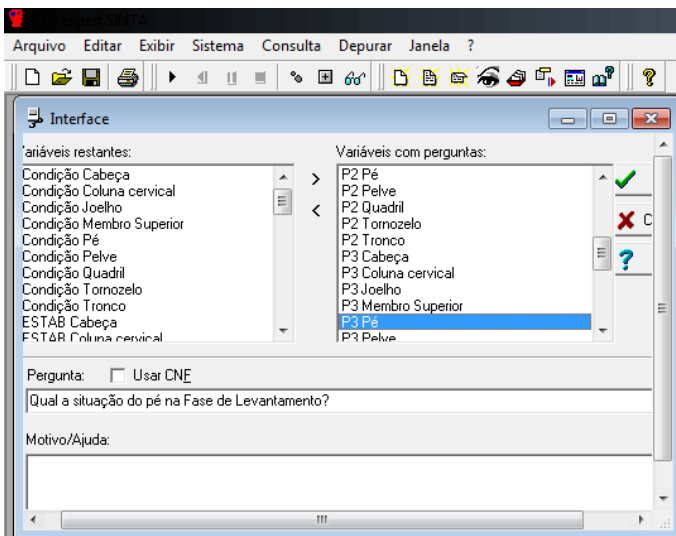
**Figura 11.** Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Fase de Pré-levantamento



Fonte: Própria autoria

Após esta, pergunta-se sobre a situação do “Pé” na “Fase de Levantamento” (Figura 12).

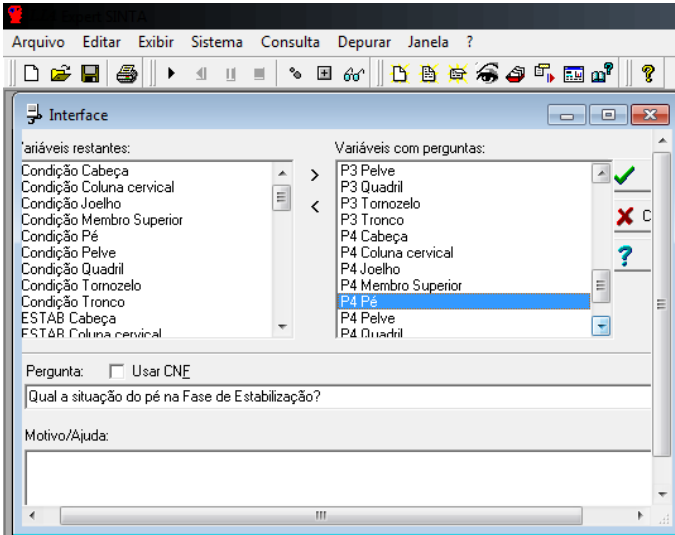
**Figura 12.** Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Fase de Levantamento.



Fonte: Própria autoria

E por fim, foi inserida a pergunta referente à situação do “Pé” na “Fase de Estabilização” (Figura 13).

**Figura 13.** Pergunta sobre a situação do segmento corporal Pé na Fase de Estabilização

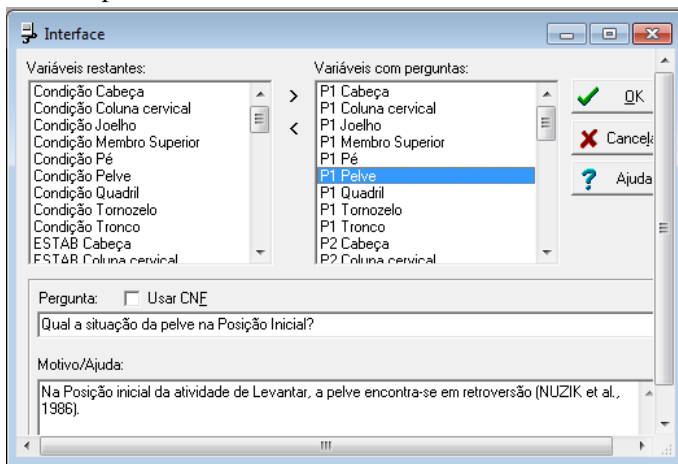


Fonte: Própria autoria

### 3.6.4.7 Explicações sobre as perguntas

Para os segmentos corporais nos quais o motivo da pergunta foi encontrado na literatura, foram inseridas as explicações com base na fundamentação teórica (Figura 14). Para os segmentos em que não foi encontrado o motivo da pergunta, não foi inserido nenhuma explicação.

**Figura 14.** Elaboração das perguntas referentes à situação dos segmentos corporais.



Fonte: Própria autoria

#### 3.6.4.8 Definição das conclusões

Para a conclusão dos resultados, foram obtidas as informações referentes ao quadro utilizado para a conclusão geral dos segmentos corporais nos protocolos clínicos (Figura 15).

Este consiste em classificações sobre as condições dos segmentos durante a execução das atividades de levantar e sentar, com base nos achados bibliográficos e na observação de vídeos realizadas no estudo sobre a elaboração destes protocolos.

Foram atribuídas pontuações para o “grau de inadequação”, a qual corresponde ao número de fases em que o segmento apresentou uma situação diferente do que se espera ocorrer. Desta maneira, “0” pontos representa uma “condição adequada”, sendo que o sujeito não realiza movimentos inadequados durante a atividade, e “4” pontos corresponde a uma “condição inadequada grau IV”, o que significa que o sujeito apresenta movimentos diferentes do esperado em todas as fases da atividade.

**Figura 15.** Quadro de conclusão dos resultados sobre os segmentos durante a atividade.

<b>Conclusão Geral dos Segmentos na Atividade</b>
<b>Condição Adequada (0 pontos):</b>
<b>Condição Inadequada Grau I (1 ponto):</b>
<b>Condição Inadequada Grau II (2 pontos):</b>
<b>Condição Inadequada Grau III (3 pontos):</b>
<b>Condição Inadequada Grau IV (4 pontos):</b>

Fonte: CUNHA et al., 2012; p. 7.

As regras referentes aos resultados foram inseridas de maneira em que durante a consulta, o SE fornece a sugestão imediata após responder sobre as situações referentes a cada segmento corporal. Ao final, as sugestões sobre a condição de cada segmento são fornecidas novamente a fim de que o fisioterapeuta certifique os resultados.

O uso do SE para a avaliação destas atividades permite uma conclusão quantitativa, no sentido de sugerir a condição do segmento corporal por meio do “grau de inadequação”.

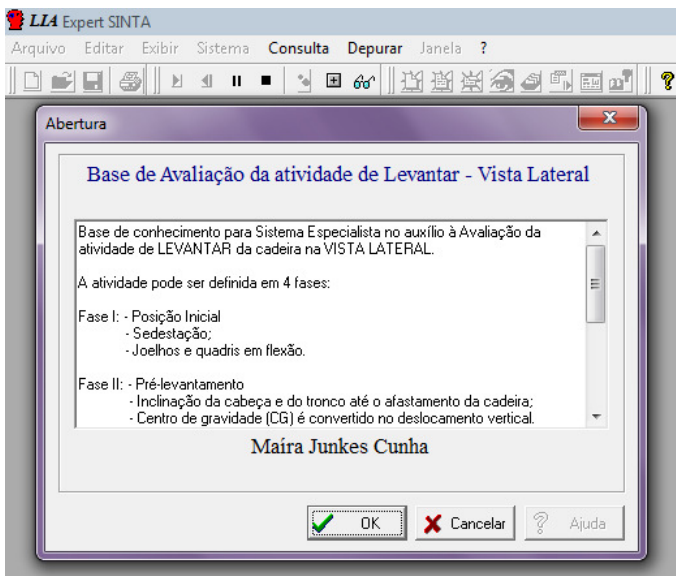
### 3.7 CONSULTA AO SE

Ao iniciar a consulta, seja no modo de execução ou acompanhamento, o SE apresenta uma tela de abertura (Figura 16).

Para iniciar a consulta, deve-se pressionar o botão “OK”. O botão “Cancelar” abandona a execução do SE. O botão “Ajuda” chama a ajuda da base, se ela estiver disponível. A consulta se desenvolve por meio de menus de múltipla (ou única escolha).



**Figura 16.** Tela de abertura com informações referentes à base de conhecimento.



Fonte: Própria autoria

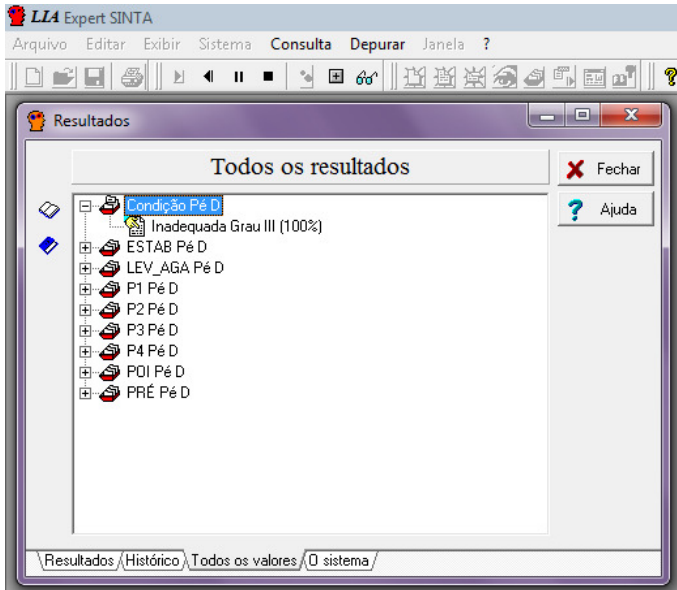
### 3.7.1 Ferramentas de depuração

Na depuração, o fisioterapeuta tem a possibilidade de acessar as informações que foram processadas pela máquina de inferência, ou seja, seguir o encadeamento lógico do sistema que o fez chegar aos resultados finais.

Esta funcionalidade é de extrema importância, pois pode servir para dar “credibilidade” ao sistema vis-à-vis o usuário final. Ou seja, a existência desta finalidade permite que o usuário final tenha várias possibilidades de entender o porquê da resposta do sistema bem como do fator de certeza associado.

O histórico de variáveis mostra os valores e os pesos que foram introduzidos nas regras, e também as variáveis que a própria máquina de inferência utilizou para sugerir os resultados. A tela das variáveis utilizadas para alcançar os resultados pode ser visualizada na figura 17.

**Figura 17.** Tela das variáveis utilizadas pelo SE.



Fonte: Própria autoria

Outra opção na depuração é a possibilidade de o fisioterapeuta visualizar as regras processadas pela máquina de inferência, para o SE chegar ao resultado. Assim, o profissional pode analisar as regras e conferir se o funcionamento do SE está de acordo com o esperado. Um exemplo na figura 18 mostra como a tela contendo estas informações é apresentada.

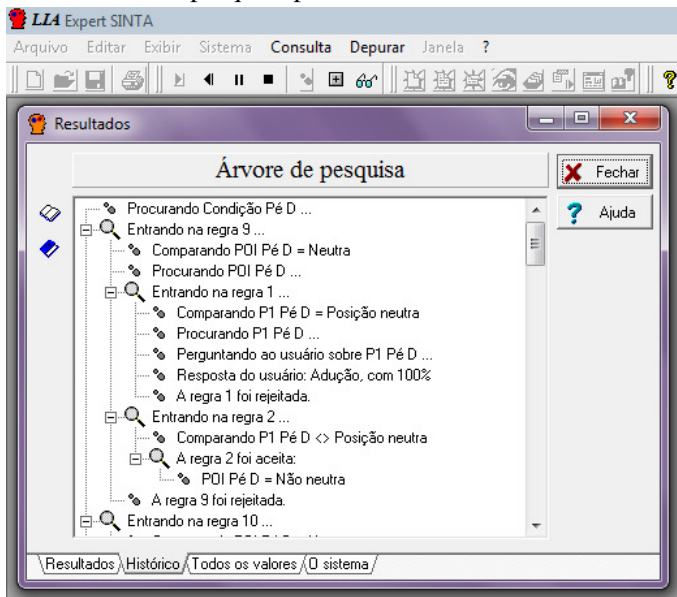
**Figura 18.** Tela de regras processadas pelo SE.



Fonte: Própria autoria

Por fim, é possível visualizar a árvore de pesquisa (ou seja, de decisão), gerada a partir das informações coletadas durante a execução do SE, para mostrar a como são processadas as regras e variáveis do SE e o como a máquina de inferência apresenta o resultado do problema (Figura 19).

**Figura 19.** Árvore de pesquisa para visualizar o raciocínio do SE.



Fonte:Própria autoria

### 3.8 AVALIAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA

A avaliação de sistemas de suporte à decisão na área médica é importante porque diferentes recursos são combinados para auxiliar na decisão do diagnóstico clínico, do planejamento terapêutico, monitoramento do distúrbio e do processo de tratamento. Portanto, é necessário avaliar estes sistemas antes de liberar seu uso para a prática clínica<sup>(53)</sup>.

Para avaliar a corretude do sistema, foi realizada a sua avaliação por meio de 12 fisioterapeutas, sem conhecimento do sistema, que responderam a questionários de avaliação relacionados às características de cada sistema (Anexos VII, VIII e IX).

O questionário era composto de 14 itens referentes às características de cada sistema, como clareza das instruções relacionadas à utilização do protocolo; formulação das perguntas; ordem de avaliação dos segmentos corporais; número de segmentos corporais utilizados para cada avaliação; definição e sequência das fases; definição e sequência das fases; interpretação da avaliação segmentar; conclusão geral dos resultados. Estas respostas apresentavam-se conforme a seguinte classificação: “Ótimo”, “Bom”, “Regular”, “Ruim”. Também responderam quanto à eficácia dos sistemas; utilidade do sistema para a prática clínica do fisioterapeuta; facilidade no manuseio; suprimento às necessidades do fisioterapeuta na avaliação das atividades de levantar e sentar; utilidade do sistema para fins educacionais; dependência do nível de experiência na área para facilidade na utilização; confiabilidade do sistema. Estes itens apresentavam respostas dicotômicas de opções “sim” ou “não”.

Os fisioterapeutas tiveram a oportunidade de sugerir as alterações que julgassem necessárias quanto à adequação dos itens descritos.

### **3.8.1 Análise dos dados**

As respostas sobre todos os itens e questões de cada questionário de avaliação foram computadas e representadas de maneira quantitativa por meio de gráficos elaborados no programa Microsoft Office Excel 2007. Os resultados dos 3 sistemas foram sumarizados e apresentados de forma percentual.



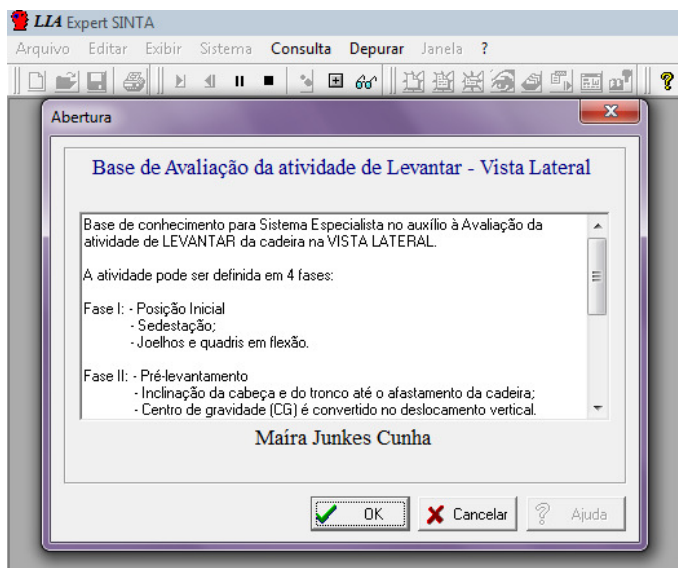
## 4 RESULTADOS

A partir da implementação das informações obtidas nos protocolos de avaliação das atividades de Levantar e Sentar, foram elaboradas 3 bases de conhecimento. Segue abaixo a demonstração das telas, que representam partes de uma consulta em cada base.

### 4.1 BASE DE CONHECIMENTO PARA AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE LEVANTAR NA VL

Para o protocolo I, referente à avaliação da atividade de Levantar na Vista Lateral, primeiramente é apresentada a “tela de abertura” de acordo as informações inseridas sobre a atividade (Figura 20).

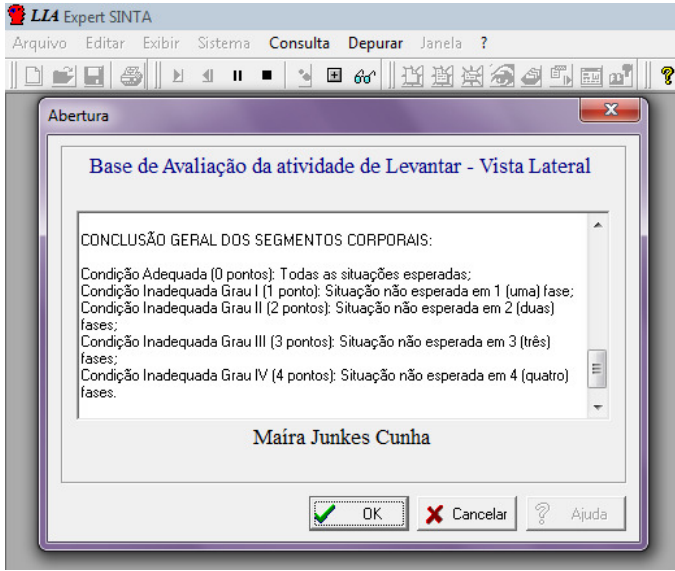
**Figura 20.** Tela de abertura da consulta para a avaliação da atividade de Levantar na Vista Lateral.



Fonte:Própria autoria

As conclusões que serão sugeridas pelo SE ao longo da consulta são apresentadas na tela de abertura com suas respectivas explicações (Figura 21).

**Figura 21.** Conclusão geral dos segmentos corporais apresentadas na tela de abertura.

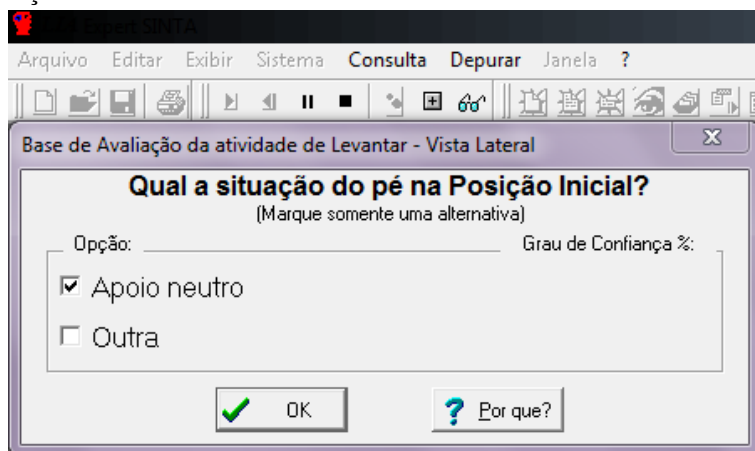


Fonte: Própria autoria

Em seguida, as perguntas referentes às situações do segmento corporal “Pé” com suas respectivas respostas são demonstradas conforme o exemplo (Figuras 22 – 25).

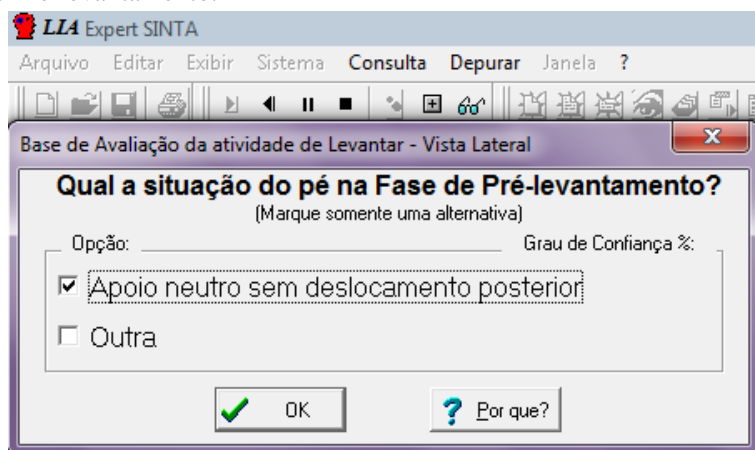


**Figura 22.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Posição Inicial.



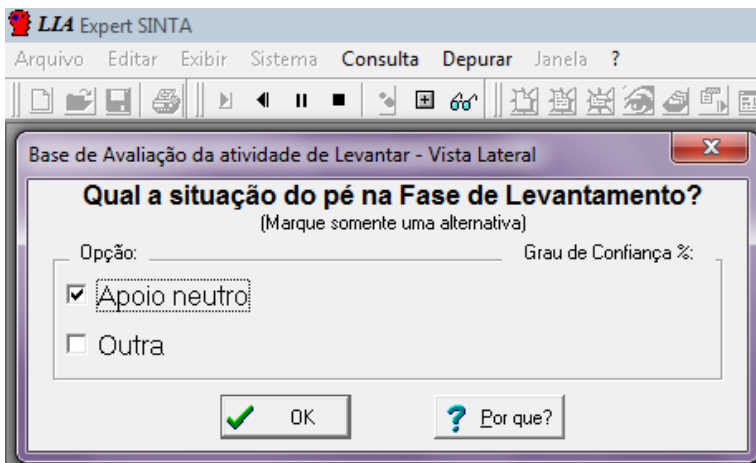
Fonte:Própria autoria

**Figura 23.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Fase de Pré-levantamento.



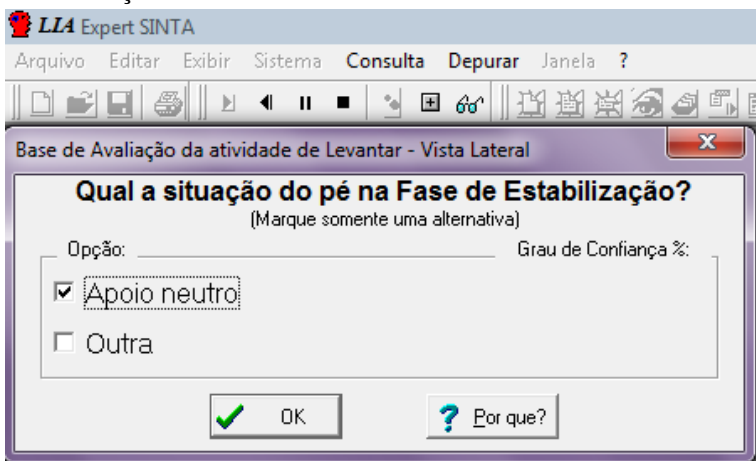
Fonte:Própria autoria

**Figura 24.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Fase de Levantamento.



Fonte:Própria autoria

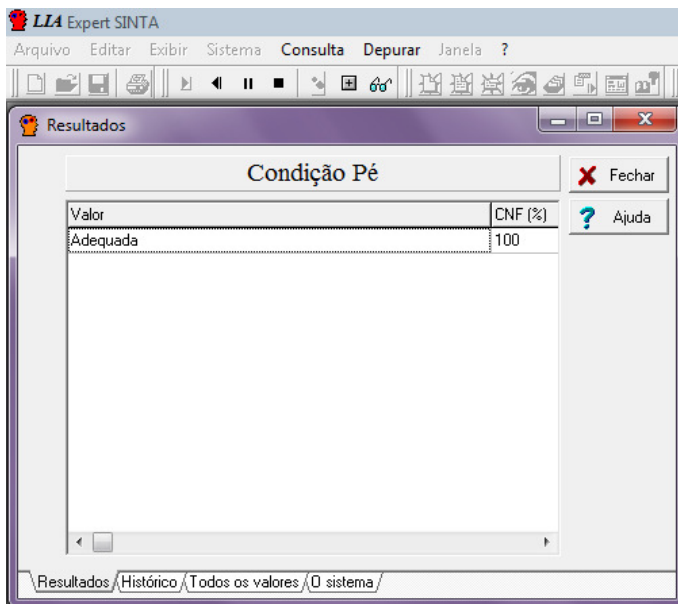
**Figura 25.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Pé na Fase de Estabilização



Fonte:Própria autoria

Após responder as 4 perguntas referentes a cada segmento corporal, o sistema sugere o resultado sobre a condição do segmento corporal quanto a sua adequação de acordo com a descrição de cada atividade (Figura 26).

**Figura 26.** Sugestão do resultado referente à condição do Pé na atividade de Levantar na Vista Lateral.

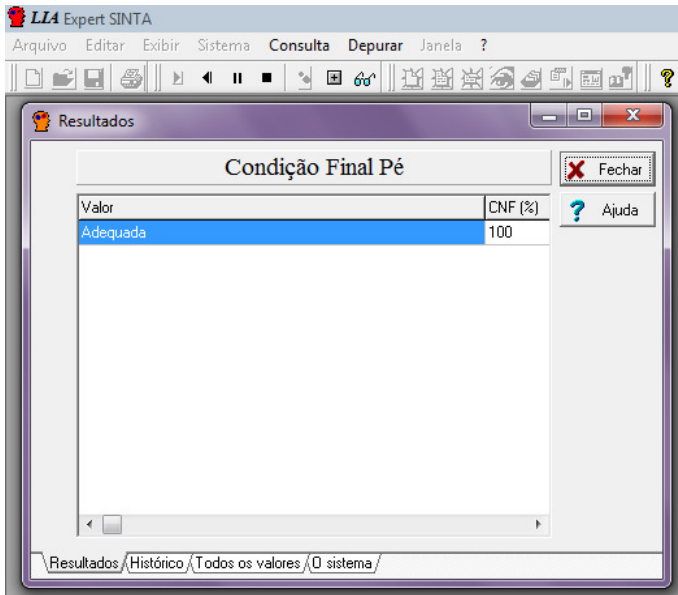


Fonte: Própria autoria

Na sequência da consulta, as perguntas referentes às situações em cada fase são realizadas para todos os segmentos corporais, conforme a atividade avaliada. Não serão todas apresentadas por motivos metodológicos.

Ao final da consulta, as sugestões sobre a condição de cada segmento são apresentadas novamente (Figura 27).

**Figura 27.** Apresentação da confirmação do resultado referente à condição do Pé na atividade de levantar na Vista Lateral.

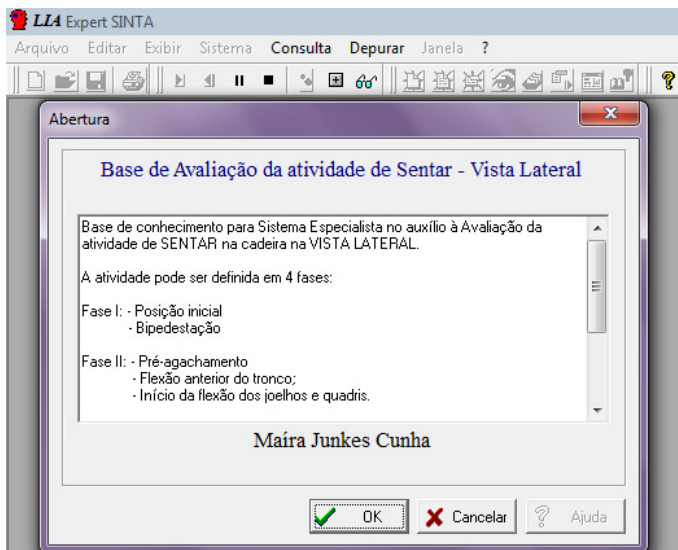


Fonte: Própria autoria

#### 4.2 BASE DE CONHECIMENTO PARA AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE SENTAR NA VISTA LATERAL

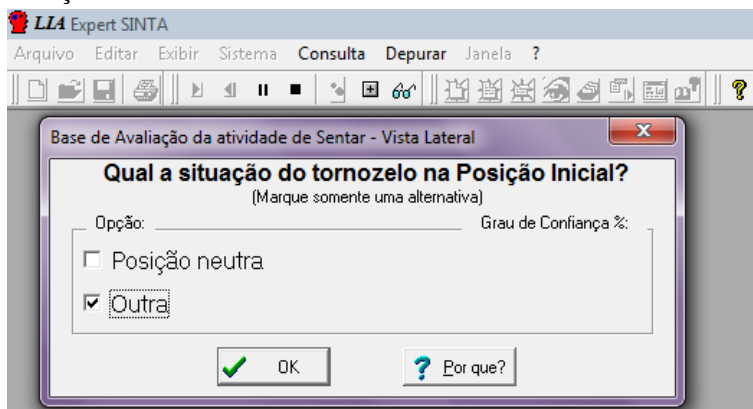
Para o protocolo II, referente à avaliação da atividade de Sentar na Vista Lateral a tela de abertura é apresentada (Figura 28) e as perguntas referentes às situações do segmento corporal “Tornozelo” são demonstradas com suas respectivas respostas (Figuras 29 – 32).

**Figura 28.** Tela de abertura da consulta para a avaliação da atividade de sentar na Vista Lateral.



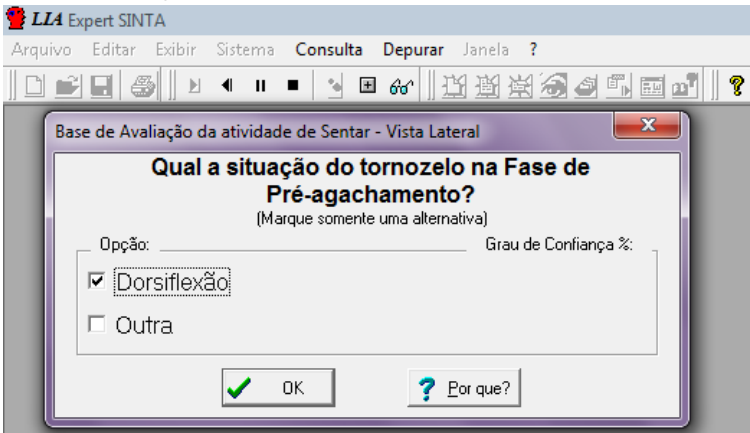
Fonte:Própria autoria

**Figura 29.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Posição Inicial



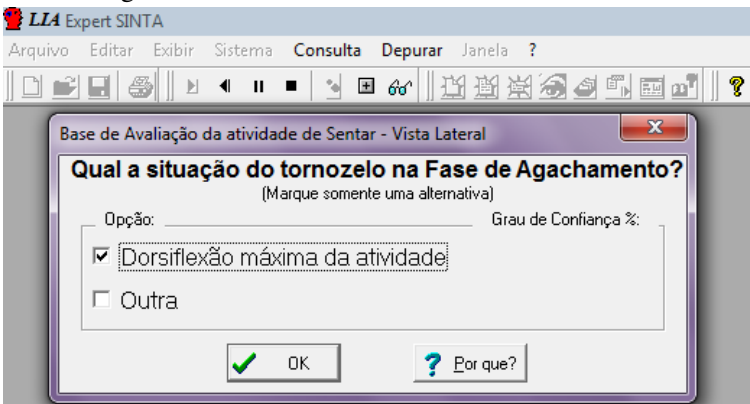
Fonte:Própria autoria

**Figura 30.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Pré-agachamento.



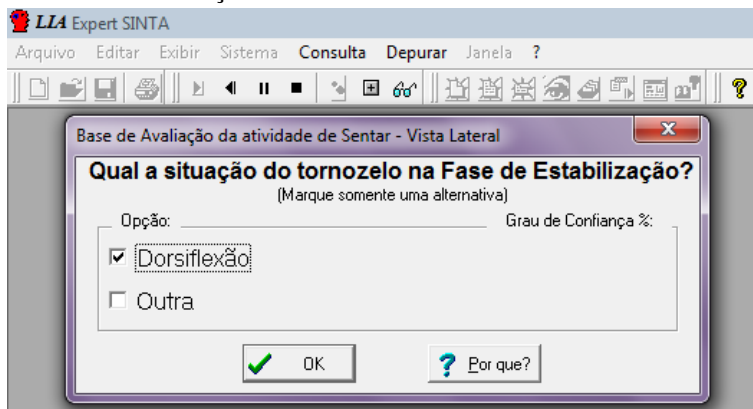
Fonte:Própria autoria

**Figura 31.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Agachamento.



Fonte:Própria autoria

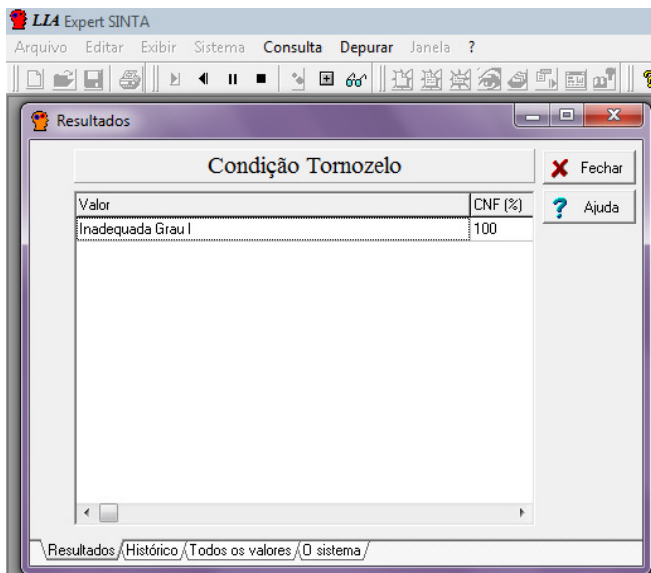
**Figura 32.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Estabilização.



Fonte:Própria autoria

A figura 33 apresenta a tela com um exemplo de sugestão do resultado sobre a condição do tornozelo quanto a sua adequação de acordo com a descrição da atividade de sentar.

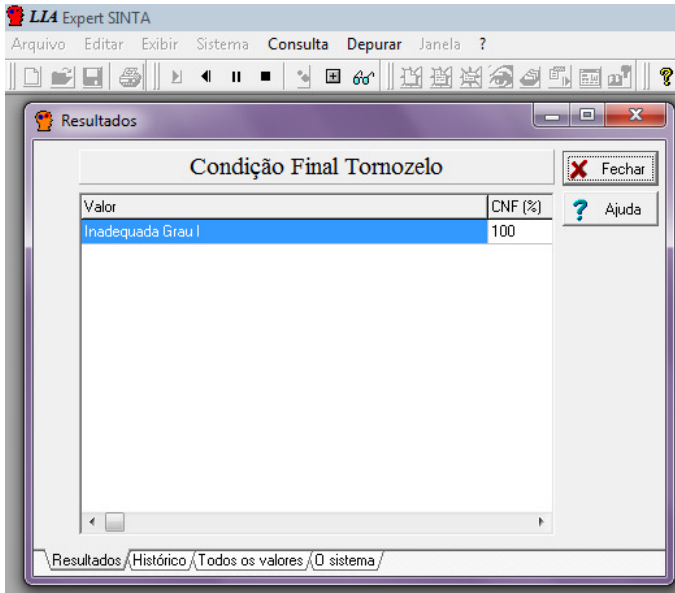
**Figura 33.** Sugestão do resultado referente à condição do Tornozelo na atividade de sentar na Vista Lateral



Fonte:Própria autoria

A figura 34 apresenta a confirmação do resultado ao final da consulta sobre todos os segmentos corporais.

**Figura 34.** Apresentação da confirmação do resultado referente à condição do Tornozelo na atividade de sentar na Vista Lateral.



Fonte: Própria autoria

#### 4.3 BASE DE CONHECIMENTO PARA AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE LEVANTAR E SENTAR NA VISTA ANTERIOR

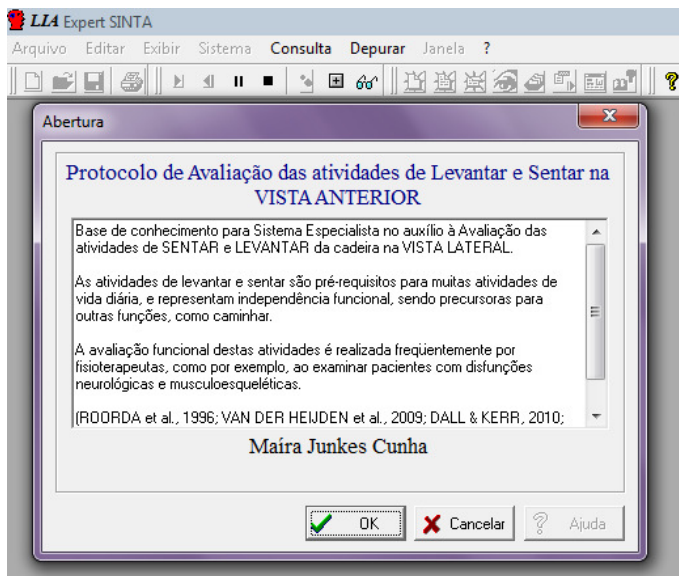
A base de conhecimento referente ao protocolo III pode ser utilizada para a avaliação das atividades de levantar e sentar na Vista Anterior.

No entanto, o usuário final deve definir a atividade que irá avaliar antes de iniciar a consulta.

Abaixo a tela de abertura é apresentada (Figura 35) e as perguntas referentes às situações do segmento corporal “Joelho D” são demonstradas com suas respectivas respostas para a atividade de Levantar na Vista Anterior (Figuras 36-39).

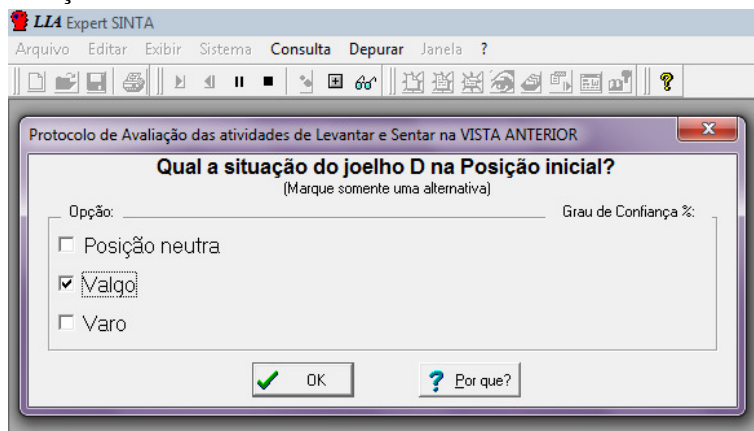


**Figura 35.** Tela de abertura da consulta para a avaliação das atividades de levantar e sentar na Vista Anterior.



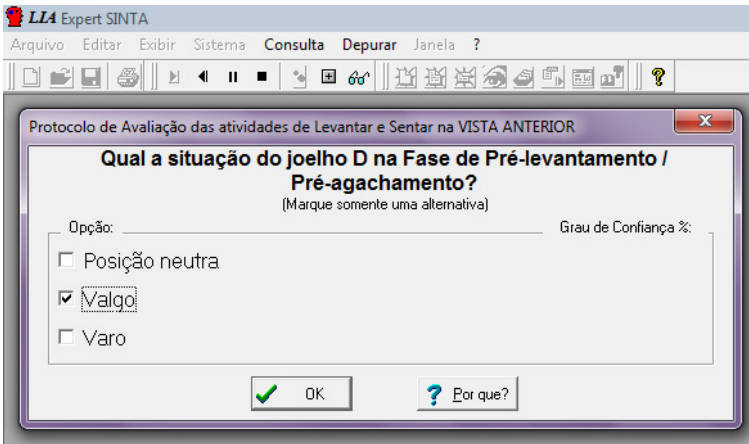
Fonte:Própria autoria

**Figura 36.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Joelho D na Posição Inicial.



Fonte:Própria autoria

**Figura 37.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Joelho D na Fase de Pré-levantamento.



The screenshot shows the LIA Expert SINTA application window. The title bar reads "LIA Expert SINTA". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Sistema", "Consulta", "Depurar", and "Janela ?". The toolbar contains various icons for file operations and navigation. The main window displays a dialog box titled "Protocolo de Avaliação das atividades de Levantar e Sentar na VISTA ANTERIOR". The dialog box contains the following text:

**Qual a situação do joelho D na Fase de Pré-levantamento / Pré-agachamento?**  
(Marque somente uma alternativa)

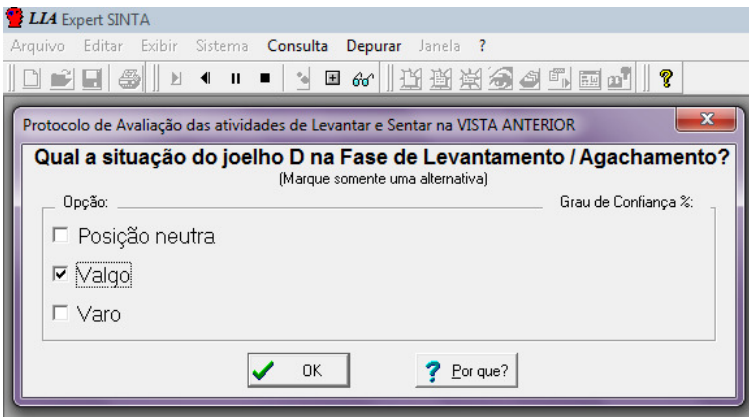
Opção: \_\_\_\_\_ Grau de Confiança %:

Posição neutra  
 Valgo  
 Varo

Buttons:

Fonte:Própria autoria

**Figura 38.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Joelho D na Fase de Levantamento.



The screenshot shows the LIA Expert SINTA application window. The title bar reads "LIA Expert SINTA". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Sistema", "Consulta", "Depurar", and "Janela ?". The toolbar contains various icons for file operations and navigation. The main window displays a dialog box titled "Protocolo de Avaliação das atividades de Levantar e Sentar na VISTA ANTERIOR". The dialog box contains the following text:

**Qual a situação do joelho D na Fase de Levantamento / Agachamento?**  
(Marque somente uma alternativa)

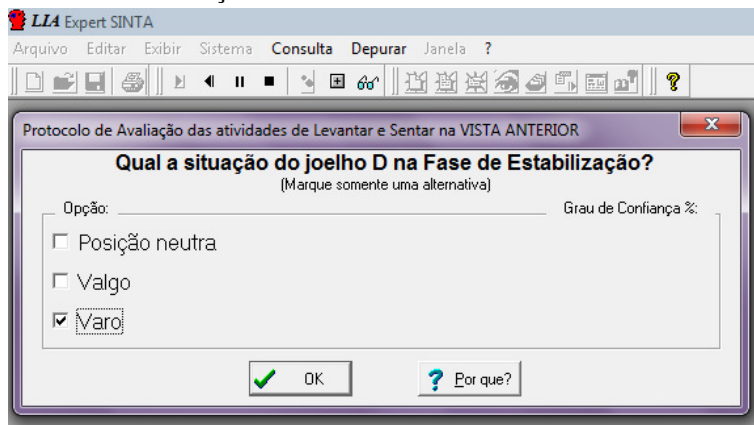
Opção: \_\_\_\_\_ Grau de Confiança %:

Posição neutra  
 Valgo  
 Varo

Buttons:

Fonte:Própria autoria

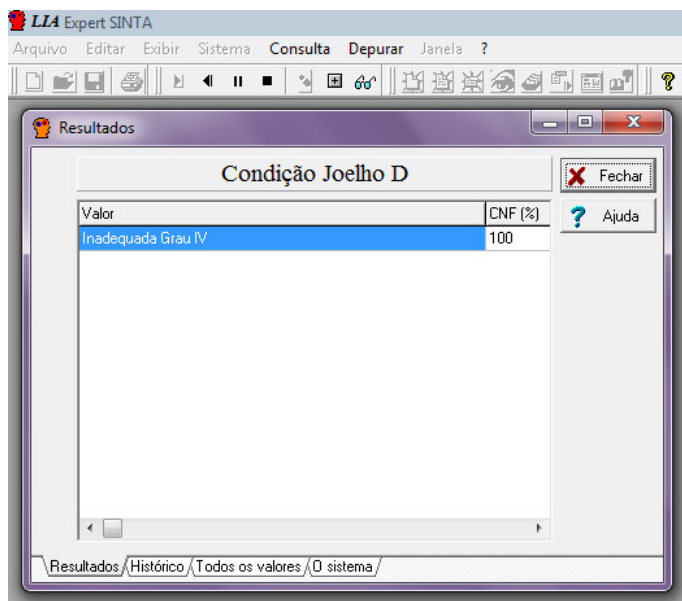
**Figura 39.** Resposta referente à pergunta sobre a situação do Tornozelo na Fase de Estabilização.



Fonte: Própria autoria

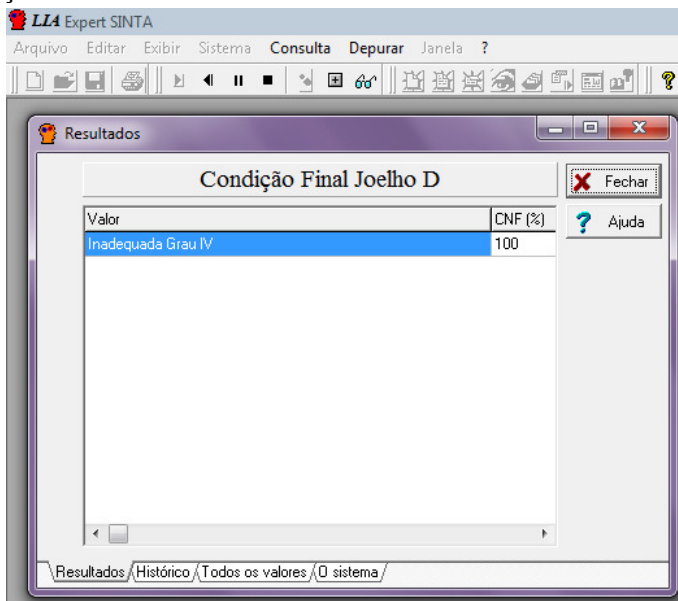
As telas referentes à sugestão sobre o resultado e a confirmação do mesmo após a consulta são demonstradas nas figuras 40 e 41, respectivamente.

**Figura 40.** Sugestão do resultado referente à condição do Joelho D na atividade de levantar na Vista Anterior.



Fonte: Própria autoria

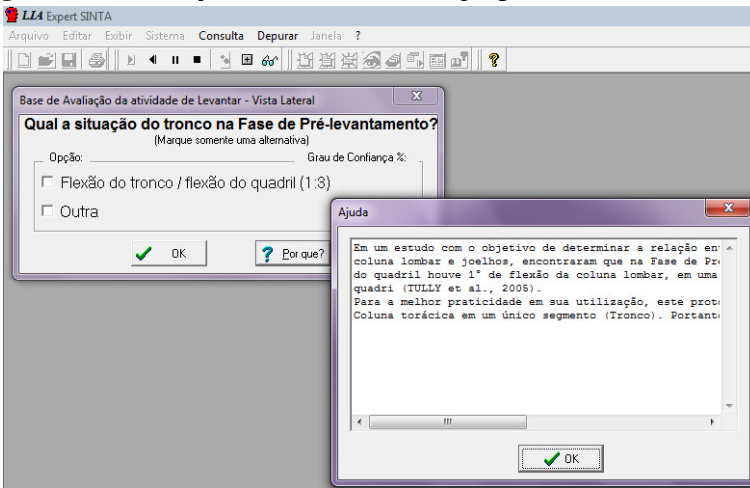
**Figura 41.** Apresentação da confirmação do resultado referente à condição do Joelho D na atividade de levantar na Vista Anterior.



Fonte: Própria autoria

Nos segmentos corporais que foram inseridas as informações sobre o motivo da pergunta, são apresentadas as explicações com base em estudos referentes ao assunto ao clicar no botão “por que?” (Figura 42).

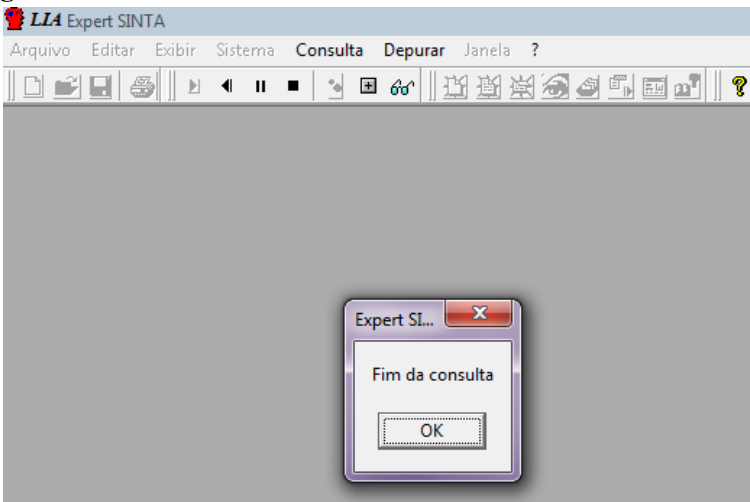
**Figura 42.** Informações sobre o motivo da pergunta.



Fonte:Própria autoria

Após fazer as perguntas referentes a todos os segmentos corporais, uma tela é apresentada indicando o término da consulta (Figura 43).

**Figura 43.** Tela referente ao término da consulta.

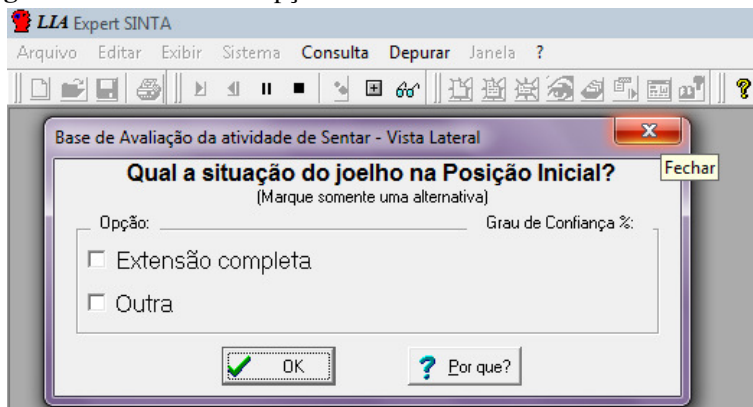


Fonte:Própria autoria

Caso não saiba responder a alguma pergunta, o fisioterapeuta pode simplesmente deixar todas as alternativas em branco. O Expert SINTA entenderá que ele não sabe como responder ao questionamento apresentado.

Em qualquer momento, o profissional pode interromper a consulta, clicando no botão “fechar” (Figura 44).

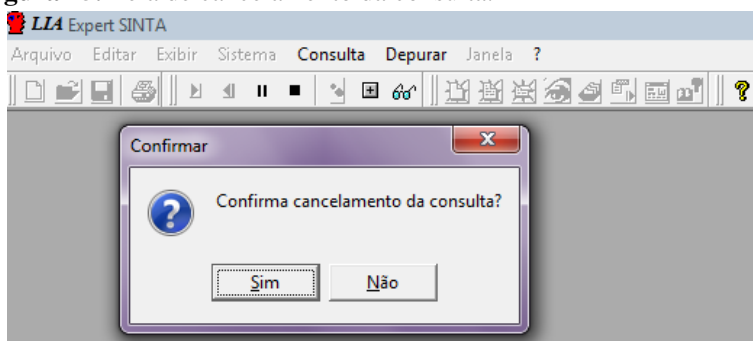
**Figura 44.** Tela de interrupção da consulta.



Fonte:Própria autoria

Automaticamente o sistema solicita a confirmação sobre o cancelamento da consulta (Figura 45).

**Figura 45.** Tela de cancelamento da consulta.



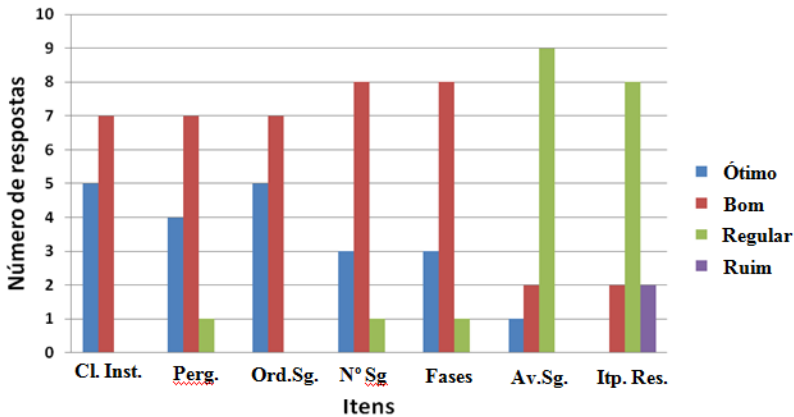
Fonte:Própria autoria

#### 4.4 AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS ESPECIALISTAS

As respostas dos avaliadores sobre os itens e questões contidas nos questionários de avaliação dos 3 SE's elaborados foram computadas, sendo que o número de respostas foram representadas em forma de gráficos.

Os itens sobre o sistema para a avaliação da atividade de levantar na VL podem ser vistas na figura 46.

**Figura 46.** Número de respostas sobre os itens do questionário de avaliação do sistema referente à atividade de levantar na VL

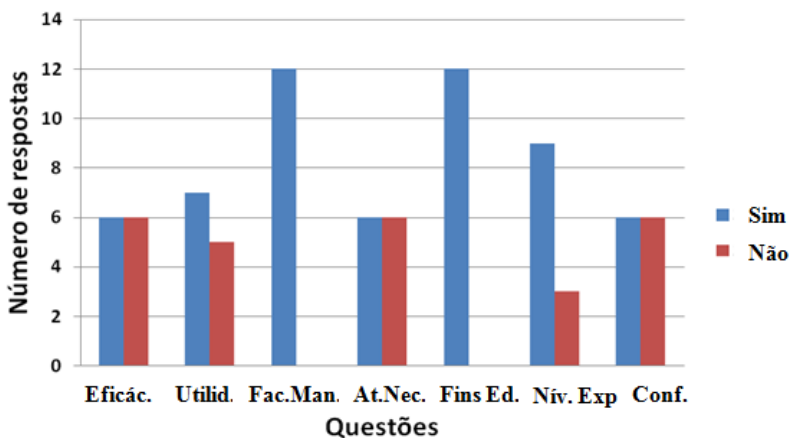


Fonte: Própria autoria

As respostas dos fisioterapeutas avaliadores referentes às questões sobre o sistema para avaliação da atividade de levantar na VL estão demonstradas na figura 47.



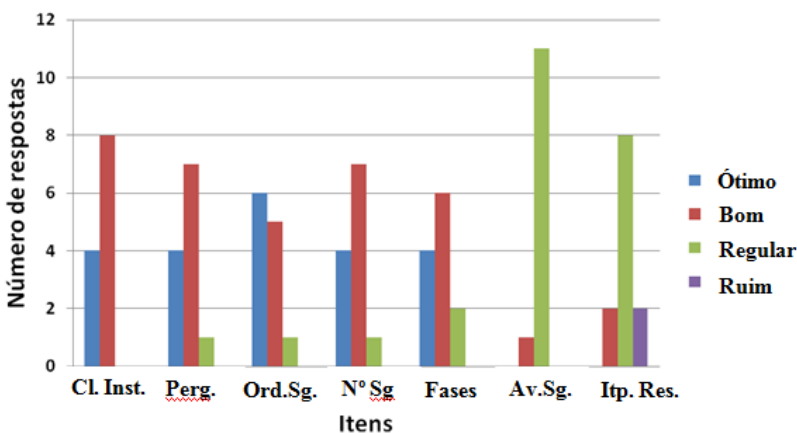
**Figura 47.** Número de respostas sobre as questões do questionário de avaliação do sistema referente à atividade de levantar na VL



Fonte:Própria autoria

As respostas dos avaliadores referentes ao sistema para avaliação da atividade de sentar na VL estão representadas na figura 48.

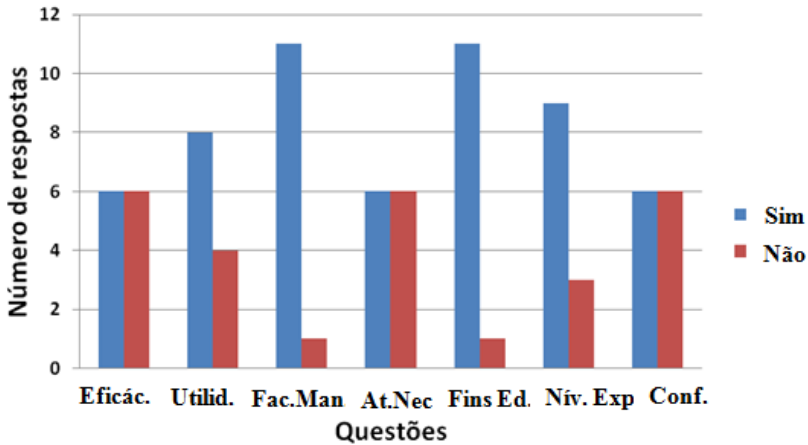
**Figura 48.** Número de respostas sobre os itens do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de sentar na VL



Fonte:Própria autoria

As respostas dos fisioterapeutas avaliadores referentes às questões sobre o sistema para avaliação da atividade de sentar na VL estão apresentadas na figura 49.

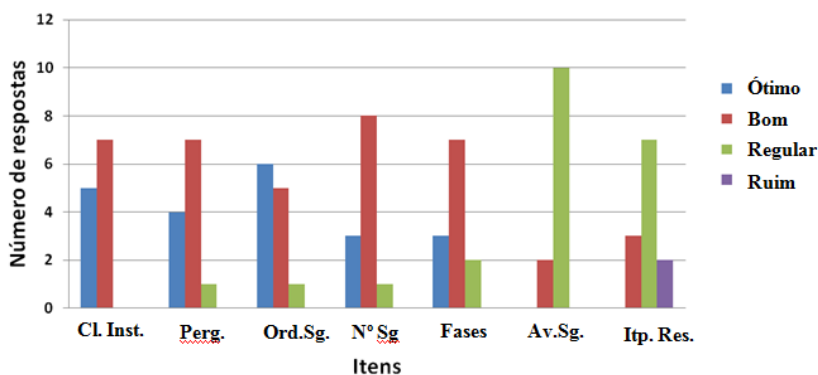
**Figura 49.** Número de respostas sobre as questões do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de sentar na VL



Fonte:Própria autoria

O número de respostas referente aos itens sobre o sistema para a avaliação das atividades de levantar e sentar na VA estão dispostos na figura 50.

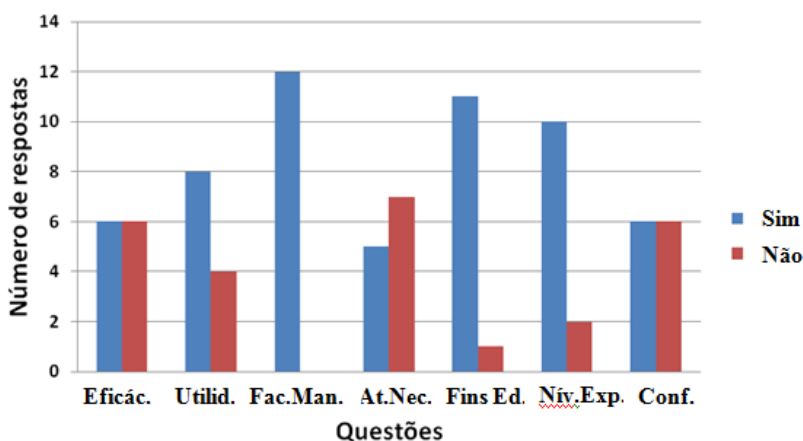
**Figura 50.** Número de respostas sobre os itens do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de Levantar e Sentar na VA.



Fonte:Própria autoria

As respostas dos avaliadores referentes às questões relacionadas ao sistema de avaliação das atividades de levantar e sentar na VA estão disponíveis na figura 51.

**Figura 51.** Número de respostas sobre as questões do questionário para avaliação do sistema referente à atividade de levantar e sentar na VA.



Fonte:Própria autoria

Os resultados referentes à avaliação dos 3 sistemas foram sumarizados em forma de porcentagem. Quanto ao item “clareza das

instruções”, 58% dos avaliadores responderam “Bom” e 52% responderam “Ótimo” para os sistemas 1 e 3. Para o sistema 2, os resultados foram 67% “Bom” e 33% “Ótimo”.

Quanto ao item “formulação das perguntas”, 58% respondeu “Bom”, 34% respondeu “Ótimo” e 8% respondeu “Regular” para os 3 sistemas.

Em relação à “ordem de avaliação dos segmentos corporais”, para o sistema 1, 58% respondeu “Bom” e 42% considerou “Ótimo”. Para o sistema 2 e 3, as respostas foram 50% “Ótimo”, 42% “Bom” e 8% “Regular”.

Para o item “número de segmentos corporais considerados”, 67% dos avaliadores responderam “Bom”, 25% responderam “Ótimo” e 8% responderam “Regular” para os sistemas 1 e 3. Para o sistema 2, a maioria dos avaliadores (58%) considerou “Bom”, 34% “Ótimo” e 8% considerou “Regular”.

A “definição e sequência das fases” teve como resposta “Bom” por 67% dos avaliadores, 25% “Ótimo” e 8% “Regular” para o sistema 1. No sistema 2, este item foi considerado “Bom” por 50% dos avaliadores, “Ótimo” por 33% e “Regular” por 17% deles. Para o sistema 3, os avaliadores responderam predominantemente “Bom” (58%), seguido de “Ótimo” (25%), e 17% considerou “Regular”.

No item “interpretação da avaliação segmentar”, 75% respondeu “Regular”, 17% respondeu “Bom” e 8% respondeu “Ótimo” para o sistema 1. No sistema 2, este item foi considerado “Regular” por 92% dos avaliadores, sendo que 8% considerou “Bom”. Para o sistema 3, a maioria dos avaliadores (83%) respondeu “Regular” e 17% considerou “Bom”.

A “conclusão geral dos resultados” foi um item considerado “Regular” pela maioria (67%) dos fisioterapeutas, 17% deles responderam ser “Ruim” e 16% considerou “Bom” para os sistemas 1 e 2. Na avaliação deste item para o sistema 3, as respostas foram similares, sendo que 58% considerou “Regular”, 25% considerou “Bom” e 17% respondeu “Ruim”.

Na questão sobre a opinião quanto à “eficácia do sistema”, houve divergência nas respostas, onde 50% dos avaliadores considerou os 3 sistemas eficaz e 50% considerou ineficaz.

Quanto à “utilidade do sistema na prática clínica do fisioterapeuta”, 58% respondeu “Sim” e 42% considerou que o sistema não é útil para o sistema 1. Na avaliação dos sistemas 2 e 3, a maioria (67%) dos avaliadores respondeu “Sim” e 33% respondeu “Não”.

A “facilidade em seu manuseio” foi considerada 100% positiva para os sistemas 1 e 2, sendo que para o sistema 2, a maioria (92%) respondeu “Sim” e apenas 8% considerou que o sistema não é fácil de ser utilizado.

Na questão referente à “possibilidade do sistema atender as necessidades do fisioterapeuta na avaliação das atividades de levantar e sentar”, 50% considerou “Sim” e 50% “Não” para os sistemas 1 e 2. Para o sistema 3, a maioria (58%) respondeu “Não” e o restante (42%) considerou que o sistema pode atender as necessidades do profissional na avaliação destas atividades.

A maioria dos fisioterapeutas considerou melhor aplicabilidade do sistema para “fins educacionais”, onde 100% responderam “Sim” no sistema para avaliação da atividade de Levantar na Vista Lateral, e 92% considerou a utilização com finalidade educacional para os sistemas de avaliação da atividade de Sentar na Vista Lateral e para o sistema de avaliação das atividades de Levantar e Sentar na Vista Anterior.

A maioria (75%) dos avaliadores considerou que existe “relação entre facilidade na utilização do sistema e nível de experiência na área” e 25% respondeu não existir esta relação para os sistemas 1 e 2. No sistema 3, a maior parte (83%) dos fisioterapeutas considerou a existência desta relação e apenas 17% respondeu não haver esta relação.

Quanto à “confiabilidade do sistema” houve uma divergência interessante das respostas, sendo que 50% respondeu “Sim” e 50% respondeu “Não” para os 3 sistemas.

As sugestões dos avaliadores foram consideradas a fim de serem aplicadas na prática para o aprimoramento dos sistemas elaborados.

Dentre as respostas e sugestões apresentadas, uma foi particularmente interessante. Trata-se da possível utilização do sistema para treinamento de fisioterapeutas recém-formados ou estudantes em Fisioterapia.

Apesar de que em princípio este sistema pode ser utilizado com esta finalidade, ele apresentaria muitas limitações.

O correto seria a construção de um Sistema Tutorial de preferência inteligente. Ou seja, um sistema que conteria 4 módulos básicos. O Modo Especialista teria informações e conhecimentos sobre o tema a ser ensinado. O Modo Aluno que apresenta informações ou conhecimentos sobre o aprendiz, por exemplo, seu grau de conhecimento do assunto, suas avaliações anteriores, etc. O Modo Tutor contém informações e conhecimento sobre estratégias pedagógicas de aprendizado. Finalmente, a Interface permitiria o diálogo e a interação entre o sistema tutorial e o aluno<sup>(26)</sup>.

Uma sugestão bastante relevante foi a inserção de vídeos no SE a fim de facilitar a visualização das atividades simultaneamente à consulta ao sistema. No entanto, o sistema não apresenta esta funcionalidade, o que limitou a sua aplicação.

Outra sugestão, bastante coincidente (92%) entre as avaliações dos sistemas realizadas pelos fisioterapeutas, foi a demonstração das condições de todos os segmentos pela segunda vez, ao final da consulta, para certificação dos resultados. Esta consideração foi aplicada, e cada sistema foi modificado.

## 5 DISCUSSÃO

No início do estudo, planejou-se programar as bases de conhecimento para os SE's no Intellec System v. 2.0. No entanto, apesar de estar pronta, ainda não tinha sido validada quando do início da implementação deste sistema.

Por conseguinte, tornou-se necessária a utilização de outra Shell, a qual já havia sido validada. Escolheu-se a Shell Expert Sinta devido ao conhecimento prévio e por ter servido de base para a elaboração do Intellec System v. 2.0

O SE no domínio do conhecimento no qual foi construído demonstrou que os objetivos foram alcançados. Evidenciou-se a possibilidade de utilização de SE's no suporte a sistemas por meio da Shell Expert Sinta, na forma de uma ferramenta de suporte à decisão, permitindo que o especialista solucione os problemas de uma forma mais prática.

Os SE's desenvolvidos permitem maior agilidade no processo de avaliação, pois os problemas que o usuário enfrenta já foram em algum momento solucionados e estão armazenados na base do sistema de gerenciamento a suporte.

Estes protótipos não eliminam a necessidade dos fisioterapeutas terem conhecimento amplo sobre os aspectos relevantes para a realização da avaliação funcional das atividades de levantar e sentar, mas permite que estes profissionais realizem consultas e verifiquem seu conhecimento por meio das bases de conhecimento construídas<sup>(11)</sup>. No presente estudo, a proposta de elaboração de sistemas visando o auxílio à avaliação destas atividades foi alcançada, de maneira a permitir uma conclusão quantitativa. Estes sistemas são capazes de sugerir a condição do segmento corporal por meio do “grau de adequação”.

O número de fases em que o segmento apresentou uma situação diferente do que está descrito no protocolo indica o “grau de inadequação”, com base na literatura<sup>(52)</sup>.

Em um estudo de revisão sistemática sobre ensaios clínicos controlados, com o objetivo de avaliar o efeito de sistemas de suporte à decisão clínica no desempenho do médico e dos resultados clínicos, os autores evidenciaram que estes sistemas podem melhorar o desempenho clínico para a dosagem das drogas, prevenção e outros aspectos relacionados a cuidados médicos, mas não foram convincentes para o auxílio ao diagnóstico. Os efeitos sobre os resultados clínicos foram poucos<sup>(55)</sup>. Estes resultados corroboram os achados do presente estudo, onde a maioria dos fisioterapeutas considerou que a aplicabilidade do

sistema pode ser melhor para fins educacionais, onde 100% respondeu “Sim” no sistema para avaliação da atividade de levantar na VL, e 92% considerou a utilização com finalidade educacional para os sistemas de avaliação da atividade de sentar na VL e para o sistema de avaliação das atividades de levantar e sentar na VA. Apesar de não ter sido testada, esta funcionalidade merece destaque pela quantidade de respostas e coincidência de opiniões dos avaliadores.

Em contrapartida, o item sobre “conclusão geral dos resultados” foi considerado “Regular” pela maioria dos fisioterapeutas (67%), e apenas 16% considerou “Bom” para a este item. A partir destes dados, considera-se que o auxílio à avaliação funcional das atividades de levantar e sentar não é uma qualidade do sistema.

Todavia, é importante considerar e analisar as justificativas dos avaliadores referentes às suas respostas no questionário, pois algumas considerações foram referentes à área específica de Fisioterapia.

Em alguns casos, como por exemplo, quanto à opinião sobre a “confiabilidade do SE”, os avaliadores questionaram a escassez de referências bibliográficas utilizadas, ou seja, esta consideração está relacionada à fonte da informação obtida, e não diretamente ao funcionamento do sistema.

Em relação à “eficácia do SE”, os profissionais consideraram a classificação dos resultados pouco conclusiva, a qual foi apenas inserida de acordo com as informações obtidas no protocolo.

Em relação ao item “interpretação da avaliação segmentar” no sistema para avaliação da atividade de levantar, a maioria dos avaliadores (75%) respondeu “Regular”. No entanto, a justificativa foi relacionada ao posicionamento do segmento “pelve” na Posição inicial, onde sugeriram a situação “posição neutra”. No sistema a informação inserida como esperada foi “retroversão”, pois de acordo com a informação obtida no protocolo<sup>(52,55)</sup>, na posição inicial a pelve encontra-se na posição de inclinação posterior em relação ao eixo vertical.

Uma sugestão específica foi acrescentar a avaliação do segmento “pelve” durante a atividade de sentar. Entretanto, a impossibilidade de modificação foi justificada pelo fato de estes protocolos terem sido analisados por especialistas na área no processo de elaboração, onde foi considerada a avaliação da situação somente do tronco para esta atividade<sup>(52)</sup>.

Outra sugestão específica da área referente à avaliação da atividade de Sentar foi referente à ausência de opções para avaliação do pé do paciente, impossibilitando avaliar o comportamento de pés com



alterações, como por exemplo, o “pé torto congênito”. Esta consideração é relevante, porém a avaliação deste segmento não foi considerada pelo fato deste manter-se fixo no chão durante toda a atividade<sup>(52)</sup>. No entanto, sua influência na atividade deve ser investigada para certificar sua necessidade de avaliação.

Alguns avaliadores sugeriram uma padronização das bases de conhecimento elaboradas. Porém, no protocolo referente à vista anterior, as situações consideradas inadequadas são aquelas em que os segmentos corporais aproximam ou afastam da linha média do indivíduo<sup>(52)</sup>, onde foram consideradas 3 possibilidades de respostas. De acordo com o estudo sobre a elaboração destes protocolos, na avaliação das atividades na vista lateral apenas 2 opções de respostas devem ser consideradas, uma como sendo o “esperado” e a outra “inadequada”.

Observou-se então, confusão entre a avaliação do sistema computacional e o protocolo de avaliação utilizado, uma vez que os avaliadores questionaram as características relacionadas às informações específicas inseridas, e não ao sistema computacional propriamente dito.

Talvez, este fato se deva ao conhecimento não muito grande de sistemas computacionais por parte dos avaliadores, o que, em se tratando de sistemas computacionais inteligentes (que utilizam técnicas de IA), torna-se ainda mais difícil a avaliação. Pois ainda são relativamente pouco conhecidos em áreas não associadas às ciências exatas e aplicadas.

Apesar de a Shell utilizada ter atendido às necessidades deste estudo específico, ela não apresenta funcionalidades suficientes para atender algumas sugestões bastante pertinentes e relevantes por parte dos fisioterapeutas avaliadores que, devido ao grau de complexidade, não foram possíveis de serem aplicadas.

Foi sugerida a criação de uma variável de intensidade “amplitude de movimento”, a qual não foi possível de ser implementada. Isto exigiria a elaboração de uma classificação a partir dos graus que ocorrem nos segmentos corporais. Para isto, o nível de precisão deveria ser bastante acurado, o que poderia ser obtido por meio da busca de uma Shell comercial que permitisse explorar o seu desenvolvimento em maior profundidade. Nestes casos, o sistema deveria ser reconstruído com base em uma linguagem lógica, ao invés de procedimental.

A sugestão relacionada à inserção de vídeos no SE está sendo analisada quanto à visualização das atividades simultaneamente à consulta no sistema. Pretende-se realizar estudos a fim de unir estas funções.

Para a implementação de um novo sistema com a inclusão destas sugestões e outras eventuais funcionalidades, torna-se necessário abandonar a utilização de Shell's e partir para a utilização de uma linguagem de programação direcionada à IA, por exemplo, a linguagem Prolog. Esta é uma linguagem declarativa, ao contrário das linguagens de programação tradicionais que são procedimentais, e possui uma máquina de inferência baseada no Princípio da Resolução. Na realidade, esta máquina de inferência Prolog é utilizada na Shell Intellec System em suas diversas versões. A vantagem da utilização da linguagem Prolog ao invés de uma Shell é que o usuário teria completa liberdade para construir o sistema, ao contrário do que ocorre quando se utiliza uma Shell. A desvantagem da utilização desta linguagem, comparada com a Shell, é que o usuário teria que ter um conhecimento mais aprofundado de técnicas de IA e da linguagem propriamente dita.

Portanto, o SE construído possui algumas limitações, provenientes tanto das limitações encontradas na Shell quanto do espaço de tempo definido para este estudo, onde em um determinado estágio de desenvolvimento não foi possível prosseguir.

O desenvolvimento de um novo sistema abrangendo estas novas sugestões e funcionalidades por meio da utilização da linguagem Prolog pode ser objeto de pesquisa com vistas à obtenção de um título de Doutorado devido ao seu grau de ineditismo, complexidade e por consequência, do tempo necessário.

## 6 CONCLUSÕES

As bases de conhecimento para os SE's foram elaboradas por meio da utilização de uma Shell. Apesar das limitações existentes, como em todas e quaisquer Shells, os sistemas (cada base, quando aberta no Expert Sinta constitui um "sistema") apresentaram um desempenho considerado no mínimo satisfatório pelos avaliadores.

Evidenciou-se que tais sistemas demonstraram a real capacidade e utilidade dessas tecnologias e apresentam diversas possibilidades de aplicação.

As bases de conhecimento elaboradas podem auxiliar o fisioterapeuta na avaliação das atividades de levantar e sentar, sendo capazes de sugerir a condição dos segmentos corporais durante a execução destas atividades. Servem para guiar o profissional na visualização geral dos segmentos para uma subsequente avaliação funcional.

O uso destes sistemas permite uma padronização na avaliação destas atividades e, de acordo com os avaliadores, possui potencial na aplicabilidade para fins educacionais, com possibilidade para o aprendizado ao estudante em Fisioterapia, por servir como referência ao profissional recém-formado ou com pouca experiência na área.

A implementação de algumas das modificações sugeridas pelos avaliadores exige a utilização de linguagens tradicionais de IA, tal como Prolog, que não apresentam as limitações de uma Shell.

Sugere-se a realização de estudos para o desenvolvimento de SE's para o auxílio à avaliação de atividades funcionais por meio de linguagens que permitam a implementação de aplicações mais complexas com finalidades clínicas e educacionais.



## 7 REFERÊNCIAS

- 1) Roorda LD, Roebroek ME, Lankhorst GJ, Van Tilburg T, Bouter LM. Measuring functional limitations in rising and sitting down: development of a questionnaire. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77: 663-9.
- 2) Van Der Heijden MMP, Meijer K, Willems PJB, Savelberg HHCM. Muscles limiting the sit-to-stand movement. An experimental simulation of muscle weakness. *Gait & Posture.* 2009; 30: 110-114.
- 3) Dall PM, Kerr A. Frequency of the sit to stand task: An observational study of free-living adults. *Applied Ergonomics.* 2010; 4: 58-61.
- 4) Etnyr B. & Thomas DQ. Event standardization of sit-to-stand movements. *Phys Ther.* 2007; 87: 1651-1666.
- 5) Goulart F, Chaves CM, Vallone MLDC, Carvalho JA, Saiki KR. O movimento de passar de sentado para de pé em idosos: implicações para o treinamento funcional. *Acta fisiátrica.* 2003;10(3): 138-143.
- 6) Nitz JC, Burns YR, Jackson RV. Sit-to-stand and Walking Ability in Patients with Neuromuscular Conditions. *Physiotherapy.* 1997 May, 83 (5): 223-227.
- 7) Souza LAPS, Curtarelli MB, Mukherjee M, Dionisio VC. The effect of the partially restricted sit-to-stand task on biomechanical variables in subjects with and without Parkinson's disease. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011 Oct. 21(5): 719-726.
- 8) Patsika G, Kellis E, Amiridis Ig. Neuromuscular efficiency during sit to stand movement in women with knee osteoarthritis. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2011; 21: 689-694.
- 9) Kerr KM, White JA, Barr DA, Mollan RAB. Analysis of the sit-stand-sit movement cycle in normal subjects. *Clinical Biomechanics.* 1997; 4: 236-245.
- 10) Jeng SF, Schenkman M, Riley PO, Lin SJ. Reliability of a clinical kinematic assessment of the sit-to-stand movement. *Phys Ther.* 1990; 70: 511-20.
- 11) Cardoso JP, Lopes CRS, Queiroz RS, Rosa VA, Vilela ABA. O uso de sistemas especialistas para apoio à sistematização em exames

ortopédicos do quadril, joelho e tornozelo. *Rev Saúde.com*. 2005; 1(1): 24-34.

12) Soni SR, Khunteta A, Gupta M. A Review on Intelligent Methods Used in Medicine and Life Science. International Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology (ICWET 2011) – TCET, Mumbai, India.

13) Hukuda ME, Escorcio R, Fernandes LAY, Carvalho EV, Caromano FA. Caracterização e tempo da atividade funcional de sentar e levantar da cadeira por meninos saudáveis. *ConScientiae Saúde*. 2010; 9(3): 402-406.

14) Dubost V, Beauchet O, Manckoundia P, Herrmann F, Mourey F. Decreased Trunk Angular Displacement During Sitting Down: An Early Feature of Aging. *Physical Therapy*. 2005 May; 85(5): 404-412.

15) Janssen WGM, Bussmann HBJ, Stam HJ. Determinants of the Sit-to-Stand Movement: A Review. *Physical Therapy*. 2002 Sep; 82(9).

16) Goulart FRP, Valls-Sole J. Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clinical Neurophysiology*. 1999; 110: 1634-1640.

17) Roebroek ME, Doorenbosch CAM, Harlaar J, Jacobs R, Lankhorst G. Biomechanics and muscular activity during sit-to-stand transfer. *Clin Biomech*. 1994; 9: 235–244.

18) Vander Linden DW, Brunt D, McCulloch MU. Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand task in healthy elderly adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994; 75: 653-660.

19) Schenkman M, Berger RA, Rilley PO, Mann RW, Hodge WA. Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Phys Ther*. 1990; 70: 638-51.

20) Perracini MR, Fló CM, Tanaka C, Carvalho CRF. Funcionalidade e envelhecimento. Rio de Janeiro ,Guanabara Koogan 2009.

21) Mak MKY & Hui-Chan CWY. The speed of sit-to-stand can be modulated in Parkinson's disease. *Clinical Neurophysiology*. 2005; 116: 780–789.

- 22) Araújo AGN, Andrade LM, Barros RML. Sistema para análise cinemática da marcha humana baseado em videogrametria. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2005; 11(1).
- 23) Sanglard RCF, Henriques GRP, Ribeiro ASB, Corrêa AL, Pereira JS. Alterações dos parâmetros da marcha em função das queixas de instabilidade postural e quedas em idosos. *Fitness & Performance Journal*. 2004; 3(3): 149-156.
- 24) Azevedo FM, Angeloni MNM, Algarve AS, “Implementação de um Shell para Desenvolvimento de Sistemas Especialistas Fuzzy Usando Prolog,” *Anais CBEB'2000*. Florianópolis, v. 2, pp. 1124-1127, 2000.
- 25) EXsinta; Tutorial do software, LIA (Laboratório de Inteligência Artificial), São Paulo, 1997.
- 26) Ferrari GL.”Intellec: Shell para desenvolvimento de sistemas especialistas,” *Dissertação apresentada no Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, 171p, 2005.*
- 27) Grohs G, Deters JI, Vigolo V, Beppler MD, Scolaro GR, Azevedo FM, Schönrock KA. *Inteligência Artificial Aplicada na Identificação de Transtornos Mentais*. Hífen, Uruguaiiana. 2006; 30(58).
- 28) Başçiftçi F & Incekara H. Web based medical decision support system application of Coronary Heart Disease diagnosis with Boolean functions minimization method. *Expert Systems with Applications*. 2011; 38: 14037–14043.
- 29) Kingsland LC. *The Evaluation of Medical Expert Systems: Experience with the AI/RHEUM Knowledge-based consultant system in Rheumatology*. National Library of Medicine Lister Hill National Center for Biomedical Communications 8600 Rockville Pike, Bethesda, MD 20209.
- 30) Salem ABM, Roushdy M, HodHod RA. A case based Expert System for supporting diagnosis of heart diseases. *AIML Journal*. 2005 May; 5(1).
- 31) Ambrosiadoua BV, Goulis DG, Pappasa C. Clinical evaluation of the DIABETES expert system for decision support by multiple regim.en insulin dose adjustment. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 1996: 105 – 115.

- 32) Grabowski M, Filipiak KJ, Rudowski R, Opolski G. Project of an Expert System Supporting Risk Stratification and Therapeutic Decision Making in Acute Coronary Syndromes. *Pol J Pathol*. 2003; 54(3): 205-208.
- 33) Bickel A & Grunewald M. [An expert system neurology--possibilities and limitations]. *Fortschr Neurol Psychiatr*. 2006 Dec; 74(12): 723-31.
- 34) Austin T, Sun S, Lea N, Iliffe S, Kalra D, Ingram D, Patterson D. Clinical Benefits of an Embedded Decision Support System in Anticoagulant Control. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2009; 53.
- 35) DeJesus RS, Angstman KB, Kesman R, Stroebel RJ, Bernard ME, Scheitel SM, Hunt VJ, Rahman AS, Chaudhry R. Use of a clinical decision support system to increase osteoporosis screening. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*. 2010 Aug; 18(1): 89-92.
- 36) Durieux P, Nizard R, Ravaud P, Mounier N, Lepage E. A Clinical Decision Support System for Prevention of Venous Thromboembolism. Effect on Physician Behavior. *JAMA*. 2000 Jun; 283(21): 2816-21.
- 37) Trafton JA, Martins SB, Michel MC, Wang D, Tu SW, Clark DJ, Elliott J, Vucic B, Balt S, Clark ME, Sintek CD, Rosenberg J, Daniels D, Goldstein MK. Researching anticline g an automated clinical decision support system to match clinical practice guidelines for opioid therapy for chronic pain. *Implementation Science*. 2010; 5(26).
- 38) Padma T. & Balasubramanie P. Knowledge based decision support system to assist work-related risk analysis in musculoskeletal disorder. *Knowledge-Based Systems*. 2009; 22: 72–78.
- 39) Padma T. & Balasubramanie P. Domain experts' knowledge-based intelligent decision support system in occupational shoulder and neck pain therapy. *Applied Soft Computing*. 2011; 11: 1762–1769.
- 40) Lin Lin PJH & Olivia RLS. A decision support system for lower back pain diagnosis: Uncertainty management and clinical evaluations. *Decision Support Systems*. 2006; 42(2): 1152-1169.
- 41) Dankel DD & Kristmundsdóttir MO. REPS: A Rehabilitation Expert System for Post-stroke Patients. S. Miksch et al. (Eds.): *AIME*. 2005; 94–98.



- 42) Alonso F, Fuertes JL, Martínez L, Montes C. An incremental solution for developing knowledge-based software: its application to an expert system for isokinetics interpretation. *Expert Systems with Applications*. 2000; 18: 165–184.
- 43) Shen H, Song Q, Deng X, Zhao Y, Yu Y, Ge Y. Recognition of Phases in Sit-to-Stand Motion by Neural Network Ensemble (NNE) for Power Assist Robot. *Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*. 2007 Dec; Sanya, China.
- 44) Veledar I, Arcelus R, Goubran R, Knoefel F. Sit-to-stand Timing Measurements Using Pressure Sensitive Technology *IEEE*; 2010.
- 45) Gioftsos G & Grieve DW. The use of artificial neural networks to identify patients with chronic low-back pain conditions from patterns of sit-to-stand manoeuvres. *Clin. Biomech*. 1996; 11(5): 275-280.
- 46) Banerjee ET, Keller JM, Skubic M, Abbott C. Sit-to-stand Detection Using Fuzzy Clustering Techniques. Manuscript received January 31, 2010. Work supported by the U.S. National Science Foundation under Grant IIS-0703692. Disponível em: <http://eldertech.missouri.edu/files/Papers/BanerjeeT/Sit-To-Stand%20Detection.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2011.
- 47) Power DJ. A Brief History of Decision Support Systems. *DSS Resources*. COM, World Wide Web. <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>, version 4.0, 2007 Mar.
- 48) Anglin C, Wyss UP. Arm motion and load analysis of sit-to-stand, stand-to-sit, cane walking and lifting. *Clinical Biomechanics*. 2000; 15: 441-445.
- 49) Fotoohabadi MR, Tully EA, Galea MP. Kinematics of rising from a chair: image-based analysis of the sagittal hip-spine movement pattern in elderly people who are healthy. *Phys Ther*. 2010; 90: 561–571.
- 50) Lakatos EM, Marconi MA. *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. São Paulo (SP): Atlas, 2010. 297 p.
- 51) Marconi MA, Lakatos EM. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa,*

elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1996, 231p.

52) Cunha MJ, Tanaka C, Carmo CM. Elaboração de um protocolo clínico para avaliação das atividades de levantar e sentar / Maíra Junkes Cunha. São Paulo, 2012. Monografia (especialização) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

53) Nykanen P, Chowdhury S, Wigertz O. Evaluation of decision support systems in medicine. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 1991; 34.)

54) Hunt DL, Haynes RB, Hanna SE, Smith K. Effects of Computer-Based Clinical Decision Support Systems on Physician Performance and Patient Outcomes - A Systematic Review. *JAMA*. 1998 Oct; 280(15).

55) Nuzik, S; Lamb, R; Vansant, A; Hirt, S. Sit-to-stand movement pattern. A kinematic study. *Phys Ther*. 1986; 66: 1708-13.

## **ANEXOS**



**ANEXO I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E  
ESCLARECIDO PARA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS  
ESPECIALISTAS**

**TERMO DE CONSENTIMENTO PARA AVALIAÇÃO DO  
SISTEMA ESPECIALISTA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

---

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU  
RESPONSÁVEL LEGAL**

**1. NOME:** ..  
**DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº:** ..... **SEXO:** .M  F   
**DATA NASCIMENTO:** ...../...../.....  
**ENDEREÇO** ..... **Nº** .....  
**APTO:** .....  
**BAIRRO:** ..... **CIDADE** .....  
**CEP:**..... **TELEFONE:** DDD (.....) .....

**2. RESPONSÁVEL LEGAL** .....  
**NATUREZA** (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....  
**DOCUMENTO DE IDENTIDADE** :.....**SEXO:** M  F   
**DATA NASCIMENTO:** ...../...../.....  
**ENDEREÇO:** ..... **Nº** .....  
**APTO:** .....  
**BAIRRO:** ..... **CIDADE:** .....  
**CEP:** ..... **TELEFONE:** DDD (.....).....

---

**DADOS SOBRE A PESQUISA**

**1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA “Base de conhecimento para Sistema Especialista de suporte na Avaliação das atividades de levantar e sentar na cadeira – protocolo clínico”**

PESQUISADOR : MAÍRA JUNKES CUNHA

CARGO/FUNÇÃO: FISIOTERAPEUTA – MESTRANDA NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (PPGCM – UFSC)

DEPARTAMENTO: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - CCS

**3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:**

RISCO MÍNIMO

RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO

RISCO MAIOR

**4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 3 meses.**



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC

1. As informações sobre essa pesquisa estão sendo fornecidas para sua aceitação como participante voluntário de um estudo que objetiva avaliar um Sistema Especialista de suporte à avaliação das atividades de levantar e sentar na cadeira, com base em um protocolo clínico.
2. A avaliação do Sistema Especialista será realizada no ambulatório de Fisioterapia no Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional do Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IHC-FMUSP). Você será solicitado a avaliar os itens referentes ao protocolo clínico e à qualidade da utilização do sistema.
- 3 – O senhor/senhora precisará vir ao ambulatório de fisioterapia somente 1 vez.
- 4 – Esta pesquisa não oferece risco para você.
- 5 – Esta pesquisa não causa benefício direto para o participante. Trata-se de pesquisa tecnológica e aplicada, onde foi elaborada bases de conhecimento para Sistema Especialista no auxílio à avaliação das atividades de levantar e sentar na cadeira. Somente no final do estudo poderemos concluir a qualidade e eficácia do sistema.
- 6 – não existem procedimentos alternativos neste estudo.
- 7 – Em qualquer momento, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A principal investigadora é a Fisioterapeuta Maíra Junkes Cunha, que pode ser encontrada no Departamento de de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional do Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IHC-FMUSP) Telefone(s) 2661 6515 / 11 8720 0076 (horário comercial).
- 8 – É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo pessoal;
- 09 – Direito de confidencialidade – As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros profissionais, não sendo divulgada a identificação de nenhum profissional;

10 – Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores;

11 – Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

12 - Compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **“Base de conhecimento para Sistema Especialista de suporte na Avaliação das atividades de levantar e sentar na cadeira – protocolo clínico.”**





## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC

Eu discuti com a Fisioterapeuta Maíra Junkes Cunha sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízos.

-----  
Assinatura do avaliador legal      Data     /     /      
-----

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste avaliador legal para a participação neste estudo.

-----  
Assinatura do responsável pelo estudo      Data     /     /

**ANEXO II. EXEMPLO DE VARIÁVEIS E SEUS RESPECTIVOS VALORES REFERENTE À BASE DE CONHECIMENTO PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE LEVANTAR - VISTA LATERAL.**

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>VALORES</b>
P1 Pé	Apoio neutro
	Outra
P2 Pé	Apoio neutro sem deslocamento posterior
	Outra
P3 Pé	Apoio neutro
	Outra
P4 Pé	Apoio neutro
	Outra
POI Pé	Descrita
	Não descrita
PRÉ Pé	Descrita
	Não descrita
LEV Pé	Descrita
	Não descrita
ESTAB Pé	Descrita
	Não descrita
Condição Pé	Adequada
	Inadequada Grau I
	Inadequada Grau II
	Inadequada Grau III
	Inadequada Grau IV
Condição Final Pé	Adequada
	Inadequada Grau I
	Inadequada Grau II
	Inadequada Grau III
	Inadequada Grau IV

**ANEXO III. EXEMPLO DE VARIÁVEIS E SEUS RESPECTIVOS VALORES REFERENTE À BASE DE CONHECIMENTO PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE SENTAR - VISTA LATERAL.**

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>VALORES</b>
P1 Tornozelo	Posição neutra
	Outra
P2 Tornozelo	Dorsiflexão
	Outra
P3 Tornozelo	Dorsiflexão máxima da atividade
	Outra
P4 Tornozelo	Dorsiflexão
	Outra
POI Tornozelo	Descrita
	Não descrita
PRÉ Tornozelo	Descrita
	Não descrita
AGA Tornozelo	Descrita
	Não descrita
ESTAB Tornozelo	Descrita
	Não descrita
Condição Tornozelo	Adequada
	Inadequada Grau I
	Inadequada Grau II
	Inadequada Grau III
	Inadequada Grau IV
Condição Final Tornozelo	Adequada
	Inadequada Grau I
	Inadequada Grau II
	Inadequada Grau III
	Inadequada Grau IV

**ANEXO IV. EXEMPLO DE VARIÁVEIS E SEUS RESPECTIVOS VALORES REFERENTE À BASE DE CONHECIMENTO PARA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE LEVANTAR E SENTAR - VISTA ANTERIOR.**

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>VALORES</b>
P1 Joelho D	Posição neutra
	Valgo
	Varo
P2 Joelho D	Posição neutra
	Valgo
	Varo
P3 Joelho D	Posição neutra
	Valgo
	Varo
P4 Joelho D	Posição neutra
	Valgo
	Varo
POI Joelho D	Neutra
	Não neutra
PRÉ Joelho D	Neutra
	Não neutra
LEV Joelho D	Neutra
	Não neutra
ESTAB Joelho D	Neutra
	Não neutra
Condição Joelho D	Adequada
	Inadequada Grau I
	Inadequada Grau II
	Inadequada Grau III
Condição Final Joelho D	Inadequada Grau IV
	Adequada

	Inadequada Grau I
	Inadequada Grau II
	Inadequada Grau III
	Inadequada Grau IV

**ANEXO V. MODELO DAS REGRAS DE PRODUÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE LEVANTAR - VISTA LATERAL.**

1	Se	P1 Pé = Apoio neutro	ENTÃO	POI Pé = Descrita	
2	Se	P1 Pé <> Apoio neutro	ENTÃO	POI Pé = Não descrita	
3	Se	P2 Pé = Apoio neutro sem deslocamento posterior	ENTÃO	PRÉ Pé = Descrita	
4	Se	P2 Pé <> Apoio neutro sem deslocamento posterior	ENTÃO	PRÉ Pé = Não	
5	Se	P3 Pé = Apoio neutro	ENTÃO	LEV Pé = Descrita	
6	Se	P3 Pé <> Apoio neutro	ENTÃO	LEV Pé = Não descrita	
7	Se	P4 Pé = Apoio neutro	ENTÃO	ESTAB Pé = Descrita	
8	Se	P4 Pé <> Apoio neutro	ENTÃO	ESTAB Pé = Não descrita	
9	Se	P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Pé = "Adequada"	
10	Se	P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 1	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau I"	
11	Se	P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 0	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau I"	
12	Se	P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau I"	
13	Se	P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau I"	

14	Se	$P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau II"
15	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau II"
16	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau II"
17	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau II"
18	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau II"
19	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau II"
20	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau III"
21	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau III"
22	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau III"
23	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau III"
24	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Pé = "Inadequada Grau IV"

**Anexo VI. Modelo das regras de produção do protocolo de avaliação da atividade de Sentar - Vista Late ral.**

1	Se	P1 Tornozelo = Posição neutra	ENTÃO	POI Tornozelo = Descrita
2	Se	P1 Tornozelo <> Posição neutra	ENTÃO	POI Tornozelo = Não descrita
3	Se	P2 Tornozelo = Dorsiflexão	ENTÃO	PRÉ Tornozelo = Descrita
4	Se	P2 Tornozelo <> Dorsiflexão	ENTÃO	PRÉ Tornozelo = Não descrita
5	Se	P3 Tornozelo = Dorsiflexão máxima da atividade	ENTÃO	AGA Tornozelo = Descrita
6	Se	P3 Tornozelo <> Dorsiflexão máxima da atividade	ENTÃO	AGA Tornozelo = Não descrita
7	Se	P4 Tornozelo = Dorsiflexão	ENTÃO	ESTAB Tornozelo = Descrita
8	Se	P4 Tornozelo <> Dorsiflexão	ENTÃO	ESTAB Tornozelo = Não descrita
9	Se	P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Adequada"
10	Se	P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 1	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau I"
11	Se	P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 0	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau I"
12	Se	P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau I"
13	Se	P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau I"
14	Se	P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 1	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau II"



15	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau II"
16	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau II"
17	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau II"
18	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau II"
19	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau II"
20	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau III"
21	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau III"
22	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau III"
23	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau III"
24	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Tornozelo = "Inadequada Grau IV"

**Anexo VII.** Modelo das regras de produção do protocolo de avaliação das atividades de Levantar e Sentar - Vista Anterior.

1	Se P1 Joelho D = Posição neutra	ENTÃO	POI Joelho D = Neutra
2	Se P1 Joelho D <> Posição neutra	ENTÃO	POI Joelho D = Não neutra
3	Se P2 Joelho D = Posição neutra	ENTÃO	PRÉ Joelho D = Neutra
4	Se P2 Joelho D <> Posição neutra	ENTÃO	PRÉ Joelho D = Não neutra
5	Se P3 Joelho D = Posição neutra	ENTÃO	LEV Joelho D = Neutra
6	Se P3 Joelho D <> Posição neutra	ENTÃO	LEV Joelho D = Não neutra
7	Se P4 Joelho D = Posição neutra	ENTÃO	ESTAB Joelho D = Neutra
8	Se P4 Joelho D <> Posição neutra	ENTÃO	ESTAB Joelho D = Não neutra
9	Se P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Joelho D = "Adequada"
10	Se P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 1	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau I"
11	Se P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 0	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau I"
12	Se P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau I"
13	Se P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 0	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau I"

14	Se	$P1 = 0; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau II"
15	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau II"
16	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau II"
17	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau II"
18	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau II"
19	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau II"
20	Se	$P1 = 0; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau III"
21	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 0$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau III"
22	Se	$P1 = 1; e P2 = 0; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau III"
23	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 0; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau III"
24	Se	$P1 = 1; e P2 = 1; e P3 = 1; P4 = 1$	ENTÃO	Condição Joelho D = "Inadequada Grau IV"



**ANEXO VIII. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE LEVANTAR – VISTA LATERAL.**

**Análise do Sistema Especialista para a Avaliação da atividade de LEVANTAR**

**Protocolo Clínico**

**VISTA LATERAL**

- 1) Qualifique os seguintes itens relacionados ao protocolo de acordo com a classificação:

ITENS	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM
a) Clareza das instruções				
b) Formulação das perguntas				
c) Ordem de avaliação dos segmentos corporais				
d) Número de segmentos corporais considerados				
e) Definição e seqüência das fases				
f) Interpretação da Avaliação Segmentar				
g) Conclusão geral dos resultados				

- 2) Responda as seguintes questões referentes ao sistema especialista:

ITENS	SIM	NÃO
a) O sistema é eficaz para a avaliação das atividades de levantar e sentar?		
b) Você considera o sistema útil para a prática clínica do fisioterapeuta?		
c) O sistema apresenta facilidade em seu manuseio?		
d) Em sua opinião, o sistema atenderá as necessidades do fisioterapeuta na avaliação das atividades de levantar e sentar?		
e) Você considera que o sistema possa ser útil para fins educacionais, no auxílio ao aprendizado?		
f) A facilidade na utilização do sistema depende do nível de experiência na área?		
g) O sistema é confiável?		

Sugestões:

---



---



**ANEXO IX. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE SENTAR – VISTA LATERAL.**

**Análise do Sistema Especialista para a Avaliação da atividade de SENTAR  
Protocolo Clínico**

**VISTA LATERAL**

- 1) Qualifique os seguintes itens relacionados ao protocolo de acordo com a classificação:

ITENS	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM
h) Clareza das instruções				
i) Formulação das perguntas				
j) Ordem de avaliação dos segmentos corporais				
k) Número de segmentos corporais considerados				
l) Definição e sequência das fases				
m) Interpretação da Avaliação Segmentar				
n) Conclusão geral dos resultados				

- 2) Responda as seguintes questões referentes ao sistema especialista:

ITENS	SIM	NÃO
h) O sistema é eficaz para a avaliação das atividades de levantar e sentar?		
i) Você considera o sistema útil para a prática clínica do fisioterapeuta?		
j) O sistema apresenta facilidade em seu manuseio?		
k) Em sua opinião, o sistema atenderá as necessidades do fisioterapeuta na avaliação das atividades de levantar e sentar?		
l) Você considera que o sistema possa ser útil para fins educacionais, no auxílio ao aprendizado?		
m) A facilidade na utilização do sistema depende do nível de experiência na área?		
n) O sistema é confiável?		

Sugestões:

---



---



**ANEXO X. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE LEVANTAR E SENTAR – VISTA LATERAL.**

**Análise do Sistema Especialista para a Avaliação das atividades de LEVANTAR e SENTAR – Protocolo Clínico**

**VISTA ANTERIOR**

3) Qualifique os seguintes itens relacionados ao protocolo de acordo com a classificação:

ITENS	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM
o) Clareza das instruções				
p) Formulação das perguntas				
q) Ordem de avaliação dos segmentos corporais				
r) Número de segmentos corporais considerados				
s) Definição e seqüência das fases				
t) Interpretação da Avaliação Segmentar				
u) Conclusão geral dos resultados				

4) Responda as seguintes questões referentes ao sistema especialista:

ITENS	SIM	NÃO
o) O sistema é eficaz para a avaliação das atividades de levantar e sentar?		
p) Você considera o sistema útil para a prática clínica do fisioterapeuta?		
q) O sistema apresenta facilidade em seu manuseio?		
r) Em sua opinião, o sistema atenderá as necessidades do fisioterapeuta na avaliação das atividades de levantar e sentar?		
s) Você considera que o sistema possa ser útil para fins educacionais, no auxílio ao aprendizado?		
t) A facilidade na utilização do sistema depende do nível de experiência na área?		
u) O sistema é confiável?		

Sugestões:

---



---