

**ANDRÉ SEIXAS DE NOVAIS**

*Avaliando Soft Skills de estudantes em sessões de Active Learning : apresentando o Fuzzy Soft Skills Assessment.*

Guaratinguetá

2021

**André Seixas de Novais**

***Avaliando Soft Skills de estudantes em sessões de Active Learning : apresentando o Fuzzy Soft Skills Assessment.***

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica .

Orientador: Profº Dr. Messias Borges Silva

Coorientador: Profº Dr. José Alexandre Matelli

Guaratinguetá

2021

N935a Novais, André Seixas de  
Avaliando Soft Skills de estudantes em sessões de Active Learning:  
apresentando o Fuzzy Soft Skills Assessment / André Seixas de Novais –  
Guaratinguetá, 2021

142 f. : il.

Bibliografia: f. 133-138

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Engenharia de Guaratinguetá, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

Coorientador: Prof. Dr. José Alexandre Matelli

1. Avaliação comportamental. 2. Sistemas especialistas (Computação).  
3. Soft Skills. 4. Active Learning. 5. Fuzzy sets. I. Título.

CDU 007.52(043)

Luciana Máximo

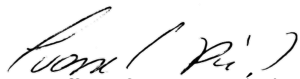
Bibliotecária-CRB-8/3595

ANDRE SEIXAS DE NOVAIS

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO: DOUTORADO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

  
Prof.ª Dr.ª Ivonete Ávila  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA:**



**PROF. DR. MESSIAS BORGES SILVA**

Orientador / UNESP/FEG

participou por videoconferência



**PROF. DR. JORGE MUNIZ JÚNIOR**

UNESP/FEG

participou por videoconferência



**PROF. DR. OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA**

UNESP/FEG

participou por videoconferência



**PROF. DR. LUIS ALBERTO DUNCAN RANGELS**

Universidade Federal Fluminense

participou por videoconferência



**PROF. DR. CARLOS ALBERTO MOREIRA DOS SANTOS**

Escola de Engenharia de Lorena - USP

participou por videoconferência

*Fevereiro de 2021*



## **DADOS CURRICULARES**

### **ANDRÉ SEIXAS DE NOVAIS**

**NASCIMENTO** 13/10/1978 - Barra Mansa / RJ

**FILIAÇÃO** Adão Nascimento de Novais  
Zulmira Seixas

**2003** Matemática  
UBM - Centro Universitário de Barra  
Mansa

**2005** Especialista em Educação Matemática  
UBM - Centro Universitário de Barra  
Mansa

**2011** Mestre em Ensino de Matemática  
UFRJ - Universidade Federal do Rio de  
Janeiro

**2021** Doutorado em Engenharia Mecânica  
UNESP - Universidade Estadual Paulista

A minha mãe, esposa e filhos.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pois através de sua intervenção tudo é possível.

À minha esposa Bárbara, pelo amor e compreensão em todas as horas que estive ausente.

Aos meus filhos, meus amores, Lucas e Lívia.

À minha mãe Zulmira, que sempre será minha inspiração.

Aos professores do Departamento de Produção da UNESP.

Aos meus orientadores, professores Messias e Matelli, pelas excelentes contribuições na pesquisa.

À minha amiga, Maria Aparecida Magalhães Salles pelas excelentes contribuições para a pesquisa.

Aos estudantes de psicologia, Giovana, Kelly, Mileny e Willian, que se voluntariaram para serem observadores no estudo de campo.

Aos meus amigos Andrey Dione Ferreira e Solange Nascimento pela ajuda no uso do Latex e na redação.

Aos diretores do IFRJ (campus Volta Redonda) por autorizarem a realização da pesquisa na instituição.

## RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi propor um sistema especialista *Fuzzy* com expertise de psicólogo que visa auxiliar professores, pesquisadores e instituições de ensino a avaliar o nível de incorporação das *Soft Skills* de seus estudantes em sessões de *Active Learning*. As dificuldades encontradas por instituições de ensino superior, pesquisadores e professores em avaliar componentes comportamentais, como as *Soft Skills*, foi um dos problemas que motivaram a estruturação dessa pesquisa. As Competências no ensino superior, a *Active Learning* e os Sistemas Especialistas são as teorias que embasam esse estudo. Essa pesquisa é de natureza aplicada com caráter exploratório. Foi realizada uma abordagem quali-quantitativa, na qual a triangulação entre as fontes de evidências da análise teórico/conceitual, do estudo de campo e da modelagem/simulação foi o procedimento metodológico utilizado para confirmar os pressupostos. Como conclusão principal, tem-se que a avaliação de *Soft Skills* dos estudantes amostrados retornada pelo sistema especialista proposto, denominado *Fuzzy Soft Skills Assessment*, apresenta boa concordância com os resultados evidenciados na triangulação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação Comportamental. *Soft Skills*. *Active Learning*. Sistemas Especialistas. *Fuzzy*. FSSA

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to propose a Fuzzy Expert System based on the psychologist's expertise that can assist teachers, researchers and educational institutions to assess the level of incorporation of their students' Soft Skills in Active Learning sessions. The difficulties faced by higher education institutions, researchers and teachers in evaluating behavioral components, such as Soft Skills, was one of the problems that motivated the establishment of this research. Competences in higher education, Active Learning and Expert Systems are the theories that supported this study. In addition, its nature is applied with an exploratory character. A quali-quantitative approach was carried out, in which the triangulation between the sources of evidence of the theoretical / conceptual analysis, field study and modeling / simulation was the methodological procedure used to confirm the assumptions. As a main conclusion, it was found that the assessment of the Soft Skills of the students in the sample, returned by the expert system Fuzzy Soft Skills Assessment, is in good agreement with the results evidenced in the triangulation.

**KEYWORDS:** Behavior assessment. Soft Skills. Active Learning. Expert System. Fuzzy. FSSA.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Publicações SS, AL, SE e LF de uma década na WoS . . . . .	18
Figura 2 – Publicações SS + AL e SS + SE + LF de uma década na WoS . . . . .	18
Figura 3 – Elementos básicos de um SE . . . . .	49
Figura 4 – Publicações envolvendo LF e Educação . . . . .	53
Figura 5 – Mapa de citações LF e Educação . . . . .	54
Figura 6 – Funções de pertinência . . . . .	56
Figura 7 – Processo de inferência Mamdani . . . . .	56
Figura 8 – Funções de pertinência das variáveis de entrada $x_1$ e $x_2$ ; e funções da variável de saída $y$ . . . . .	57
Figura 9 – Valores assumidos por $x_1$ e $x_2$ . . . . .	57
Figura 10 – Mínimo entre $\mu_B(x_{1*})$ e $\mu_M(x_{2*})$ . . . . .	58
Figura 11 – Mínimo entre $\mu_B(x_{1*})$ e $\mu_A(x_{2*})$ . . . . .	58
Figura 12 – Mínimo entre $\mu_M(x_{1*})$ e $\mu_A(x_{2*})$ . . . . .	59
Figura 13 – Centro de massa C e saída <i>crisp</i> $y$ , gerada pela técnica de inferência Mamdani . . . . .	59
Figura 14 – Classificação da pesquisa . . . . .	62
Figura 15 – Etapas de desenvolvimento da pesquisa . . . . .	63
Figura 16 – Disposição das equipes e observadores . . . . .	69
Figura 17 – Funções de pertinência para a habilidade Flexibilidade . . . . .	71
Figura 18 – Modelo de desenvolvimento incremental . . . . .	72
Figura 19 – Etapa da triangulação . . . . .	73
Figura 20 – Evolução das publicações com título SS ou análogo . . . . .	75
Figura 21 – Mapa do relacionamento das palavras chaves . . . . .	76
Figura 22 – Frequência absoluta das habilidades em 28 publicações . . . . .	77
Figura 23 – Estrutura de classificação/categorização das HC . . . . .	79
Figura 24 – Observador O2 referente aos membros do grupo E2 . . . . .	80
Figura 25 – Observador O4 referente aos membros do grupo E4 . . . . .	81
Figura 26 – Observador O2 referente ao estudante A06 . . . . .	83
Figura 27 – Observações realizadas pelo professor com referência ao estudante A10 . . . . .	89
Figura 28 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre observadores e professor . . . . .	94
Figura 29 – Autoavaliação e avaliação dos pares feita pelo estudante A12 . . . . .	95
Figura 30 – Habilidades positivas de A08 na sua própria percepção e dos colegas . . . . .	97
Figura 31 – Habilidades a melhorar de A10 na sua própria percepção e dos colegas . . . . .	99
Figura 32 – Relatório individualizado do estudante A13 . . . . .	100
Figura 33 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre observadores e estudantes . . . . .	102

Figura 34 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre professor e estudantes . . . . .	103
Figura 35 – Estrutura hierarquizada do FSSA . . . . .	104
Figura 36 – Distribuição Normal . . . . .	107
Figura 37 – Estatística descritiva das Habilidades Parametrizada . . . . .	108
Figura 38 – Q-Q plot $HP_h^T(u)$ . . . . .	109
Figura 39 – Funções de Pertinência . . . . .	114
Figura 40 – Relação entre conjuntos de pertinência a distribuição normal . . . . .	114
Figura 41 – Conjuntos de pertinência da variável Criatividade . . . . .	115
Figura 42 – Variável de saída Criação . . . . .	116
Figura 43 – Superfície gerada pela variável Competências de Gestão . . . . .	118
Figura 44 – Relatório de SS em destaque e a melhorar do estudante A15 . . . . .	122
Figura 45 – Processo de avaliação das SS de estudantes com o FSSA . . . . .	123
Figura 46 – Percentual de coincidência na avaliação dos observadores, professor e estudantes comparados com o FSSA . . . . .	125
Figura 47 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre os resultados do FSSA e a percepção dos demais atores . . . . .	126
Figura 48 – Percentual de contrariedade na avaliação dos observadores, professor e estudantes comparados com o FSSA . . . . .	127
Figura 49 – Percentual de percepções coincidentes e aproximadas comparando estudantes e FSSA por Competência . . . . .	127
Figura 50 – Percepções iguais e diferentes comparando resultados do FSSA e observadores, professor e estudantes . . . . .	128

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos Relacionados . . . . .	20
Quadro 2 – Demais nomenclaturas associadas as SS . . . . .	25
Quadro 3 – Principais habilidades associadas a SS . . . . .	26
Quadro 4 – Principais instrumentos utilizados para medir SS . . . . .	34
Quadro 5 – Principais habilidades desenvolvidas . . . . .	43
Quadro 6 – Principais instrumentos de avaliação de SS . . . . .	44
Quadro 7 – SE's com LF na área de Educação . . . . .	53
Quadro 8 – Base de regras . . . . .	57
Quadro 9 – Protocolo da revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo . . . . .	64
Quadro 10 – Configuração das equipes . . . . .	68
Quadro 11 – Percepções do observador O1 referente aos membros da equipe E1 . . . . .	84
Quadro 12 – Percepções do observador O2 referente aos membros da equipe E2 . . . . .	84
Quadro 13 – Percepções do observador O3 referente aos membros da equipe E3 . . . . .	85
Quadro 14 – Percepções do observador O4 referente aos membros da equipe E4 . . . . .	86
Quadro 15 – Perfil individual dos estudantes na percepção dos observadores . . . . .	87
Quadro 16 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E1 apresentado pelo professor da turma	90
Quadro 17 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E2 apresentado pelo professor da turma	90
Quadro 18 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E3 apresentado pelo professor da turma	91
Quadro 19 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E4 apresentado pelo professor da turma	91
Quadro 20 – Perfil individual dos estudantes na percepção do professor da turma . . . . .	93
Quadro 21 – Perfil individual dos estudantes segundo a autoavaliação e avaliação dos pares . .	101
Quadro 22 – Notação dos conjuntos de pertinência . . . . .	112
Quadro 23 – Exemplo de regras que avaliam a competência Adaptabilidade . . . . .	117
Quadro 24 – Exemplo de verificação do FSSA . . . . .	119
Quadro 25 – Relatório de perfil individualizado SS do estudante A13 . . . . .	120
Quadro 26 – Perfil individual dos estudantes retornados pelo FSSA . . . . .	124



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de normalidade das 26 variáveis $HP_h^7$ . . . . .	110
Tabela 2 – Transformação $HP_1^7(u)$ em $HPP_1^7(u)$ para $h = 1$ . . . . .	111

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	<i>Active Learning</i>
CPBL	<i>Cooperative Project Learning</i>
EC	Engenheiro de Conhecimento
ED	Estatística Descritiva
FC	<i>Flipped Classroom</i>
FSSA	<i>Fuzzy Soft Skills Assesment</i>
HC	Habilidades e Competência
$HP_h^p$	Habilidade Parametrizada $h$ em $p$ sessões de AL
$HP_h^{pp}$	Habilidade Parametrizada Padronizada $h$ em $p$ sessões de AL
HS	<i>Hard Skills</i>
IA	Inteligência Artificial
LBL	<i>Lecture-based Learnig</i>
LF	Lógica <i>Fuzzy</i>
OD	Observação Direta
PBL	<i>Problem-based Learning</i>
PjBL	<i>Project-based Learning</i>
PP	Projeto Principal
SE	Sistema Especialista
SS	<i>Soft Skills</i>
TI	Tecnologia da Informação
WoS	Base de dados Principal Coleção do <i>Web of Science</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	Questão de pesquisa e objetivos	16
1.2	Relevância, Originalidade e Justificativa	17
1.3	Estrutura da tese	21
<b>2</b>	<b>COMPETÊNCIAS NO ENSINO SUPERIOR</b>	<b>22</b>
2.1	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	23
2.2	DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES	24
2.3	A IMPORTÂNCIA DAS SS	29
2.4	A AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS	32
<b>3</b>	<b>A METODOLOGIA <i>ACTIVE LEARNING</i></b>	<b>36</b>
3.1	PRINCIPAIS ABORDAGENS DA AL	37
3.2	O PAPEL DO PROFESSOR NA AL	38
3.3	O PAPEL DO ESTUDANTE NA AL	40
3.4	AL E O DESENVOLVIMENTO DE HC	41
<b>3.4.1</b>	<b>Primeiro desafio, desenvolver as SS</b>	<b>41</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Segundo desafio, avaliar a incorporação das SS em sessões de AL</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>SISTEMAS ESPECIALISTAS</b>	<b>47</b>
4.1	CONCEITOS E ETAPAS DE CONSTRUÇÃO E UM SE	48
<b>4.1.1</b>	<b>Aquisição do Conhecimento</b>	<b>50</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Representação do Conhecimento</b>	<b>50</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Implementação por meio da LF</b>	<b>52</b>
4.1.3.1	Conceitos da LF	54
<b>4.1.4</b>	<b>Verificação e Validação do SE</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>62</b>
5.1	A ANÁLISE TEÓRICO CONCEITUAL	63
5.2	O ESTUDO DE CAMPO	65
<b>5.2.1</b>	<b>A estrutura da unidade de campo selecionada</b>	<b>66</b>
<b>5.2.2</b>	<b>A estrutura das observações diretas</b>	<b>67</b>
5.3	MODELAGEM DO FSSA	69
<b>5.3.1</b>	<b>A aquisição do conhecimento para o FSSA</b>	<b>70</b>
<b>5.3.2</b>	<b>A representação do conhecimento para o FSSA</b>	<b>70</b>
<b>5.3.3</b>	<b>A implementação do FSSA</b>	<b>71</b>
<b>5.3.4</b>	<b>A verificação e validação do FSSA</b>	<b>72</b>
5.4	A TRIANGULAÇÃO	73

<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>75</b>
6.1	RESULTADOS DA ANÁLISE TEÓRICA/CONCEITUAL	75
6.2	RESULTADOS DO ESTUDO DE CAMPO	78
<b>6.2.1</b>	<b>Percepções dos observadores</b>	<b>80</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Percepções do professor</b>	<b>88</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Percepções dos estudantes</b>	<b>96</b>
6.3	RESULTADOS DA MODELAGEM DO FSSA	104
<b>6.3.1</b>	<b>Variáveis de entrada do FSSA</b>	<b>105</b>
6.3.1.1	Simulando entradas no FSSA	108
<b>6.3.2</b>	<b>Funções de pertinência e a base de regras do FSSA</b>	<b>112</b>
6.3.2.1	Simulando a formação dos conjuntos de pertinência	114
<b>6.3.3</b>	<b>Variáveis de saída do FSSA</b>	<b>116</b>
<b>6.3.4</b>	<b>Construção, verificação e validação das regras do FSSA</b>	<b>117</b>
<b>6.3.5</b>	<b>Relatórios de <i>feedback</i> gerados pelo FSSA</b>	<b>119</b>
<b>6.3.6</b>	<b>Processo de avaliação com o FSSA e comparação entre os resultados avaliados</b>	<b>123</b>
6.4	Síntese da Análise dos Resultados	128
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>131</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>133</b>
	<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO SEMI-ESTRUTURADO</b>	<b>139</b>
	<b>APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO NÃO-ESTRUTURADO</b>	<b>140</b>
	<b>APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PARES</b>	<b>141</b>
	<b>APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PARES REFORMULADO</b>	<b>142</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em virtude das transformações tecnológicas, da evolução do cenário global e da tentativa de estreitamento entre os conceitos estudados na universidade e o mercado de trabalho, nas duas últimas décadas a forma de se aprender e ensinar vem tomando novos rumos no ensino superior (SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005). Esses rumos tomam como eixo norteador os currículos universitários baseados no desenvolvimento de Habilidades e Competências - HC (BAUTISTA, 2016).

Desenvolver HC vai além do domínio das teorias e práticas de técnicas científicas (*Hard Skills* - HS). O mercado de trabalho tem cada vez mais procurado profissionais com competências de gestão, comunicação, inovação e sociais (*Soft Skills* - SS) (LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; MULCAHY-DUNN et al., 2018). Muitos especialistas argumentam que o ensino superior deve se preocupar com uma formação profissional composta por HS e SS (MULCAHY-DUNN et al., 2018; VOGLER et al., 2018; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016), sem supervalorização de uma competência sobre a outra (SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005).

Entretanto, nesse caso, como garantir a formação dessas competências em currículos universitários já repletos de disciplinas técnicas e científicas? Ampliar a carga horária dos cursos ou substituir as disciplinas voltadas às HS por disciplinas voltadas às SS não aparecem como as melhores opções. Uma resposta para esse questionamento é o uso de estratégias de ensino relacionadas a *Active Learning* - AL (LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010), pois conseguem trazer para o mesmo módulo de ensino tanto as competências técnicas como as competências sociais (DOGARA et al., 2020; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010).

As instituições de ensino superior têm trabalhado fortemente para superar o desafio de desenvolver as SS (CHAN; ZHAO; LUK, 2017; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; ACHCAOUCAOU et al., 2014; MARQUES, 2013; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010; CHAMORRO-PREMUZIC et al., 2010; ANDREWS; HIGSON, 2008), destacando que os métodos tradicionais de ensino são menos propícios do que os métodos ativos (DEEP; SALLEH; OTHMAN, 2019; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; VILA; PEREZ; MORILLAS, 2012). O relacionamento interpessoal promovido pelas aulas em equipe, a autonomia no processo de aquisição do conhecimento, o gerenciamento dos conflitos, a comunicação efetiva nos seminários e relatórios acadêmicos têm conferido as abordagens envolvendo AL como as melhores estratégias para o ensino de HS complementadas com as SS (DOGARA et al., 2020; DEEP; SALLEH; OTHMAN, 2019; VOGLER et al., 2018; YEHIA; GUNN, 2018; BRILINGAITE; BUKAUSKAS; JUŠKEVICIENE, 2018; LUTSENKO, 2018; BAYTIYEH, 2017; VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017; BURKE; FEDOREK, 2017; NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; BURNIK; KOŠIR, 2017; GARCÍA et al., 2016; TAWFIK; KOLODNER, 2016; ABDEL-KHALIK; MASSOUD; AHMED, 2016; RODRÍGUEZ et al., 2015).

E, embora o desafio de desenvolver as SS esteja sendo resolvido pelas instituições de ensino superior (CHAN; ZHAO; LUK, 2017; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; ACHCAOUCAOU et

al., 2014; MARQUES, 2013; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010; CHAMORRO-PREMUZIC et al., 2010; ANDREWS; HIGSON, 2008), um outro desafio e não menos importante é como as instituições de ensino estão avaliando a incorporação das SS nos seus estudantes?

Por envolver questões de arbitrariedade, desigualdade, parcialidade e tendenciosidade, avaliar sempre foi um tema de recorrente discussão na comunidade acadêmica, contudo, independente dessas questões de justiça, que fogem ao panorama dessa tese, o instrumento principal utilizado nas salas de aula para avaliação das HS são as provas escritas. Ainda que esse instrumento seja uma unanimidade entre a maioria dos professores, torna-se improvável a avaliação de habilidades comportamentais como as SS utilizando esse instrumento (HECKMAN; KAUTZ, 2012).

Pesquisadores têm sugerido instrumentos que associam a autoavaliação, avaliação por pares e avaliação do professor como melhor ferramenta para avaliar a incorporação das SS dos estudantes (VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017; ALLEN; VAN DER VELDEN, 2005; SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005). Apesar dessa sugestão, garantir o processo de avaliação contínuo em 360 graus (autoavaliação, avaliação dos pares e avaliação do professor) das SS de estudantes em um ambiente de sala de aula não é uma tarefa fácil.

Além disso, para assegurar um desenvolvimento eficiente das SS, os estudantes precisam receber constantemente o *feedback* dos seus resultados de aprendizagem (CHAI; TAY; LIM, 2015; LAN et al., 2011), garantindo um processo de avaliação formativa das SS. Porém, na maioria dos casos em que se conseguiu avaliar essas competências em estudantes, isso ocorreu apenas no início e/ou no final do curso (DEEP; SALLEH; OTHMAN, 2019; CHAN; ZHAO; LUK, 2017; VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; RODRÍGUEZ et al., 2015; ACHCAOUCAOU et al., 2014). Além de tudo, tanto os professores quanto os estudantes não possuem expertise necessária para avaliar as SS.

Uma alternativa para solucionar essas limitações seria o uso de um Sistema Especialista - SE baseado em Lógica Fuzzy - LF para avaliar as SS de estudantes em todas as sessões de AL. Um SE é uma das técnicas disponíveis no campo da Inteligência Artificial - IA (LIN; GUO; LIN, 2016), que simula a expertise humana objetivando a tomada de decisão. A LF tem sido indicada como mecanismo de inferência na tomada de decisões que envolvam um grau de incerteza e imprecisão (SAIDO et al., 2018; GOMATHI; RAJAMANI, 2017; OZDEMIR; TEKIN, 2016; DIAS; DINIZ, 2013). Para Aissaoui et al. (2019), Lin, Guo e Lin (2016) e Saido et al. (2018), os SE's com LF têm apresentado melhores resultados nas decisões envolvendo o comportamento humano do que os sistemas baseados em lógica Booleana. Assim, por meio dessa estratégia e *inputs* dos estudantes, ao término de todas as sessões de AL seria possível avaliar o nível de incorporação das SS desses alunos.

Diante desse contexto, levantou-se o seguinte pressuposto: um SE com LF, munido das expertises de psicólogo, pode auxiliar professores, pesquisadores e instituições de ensino a avaliarem o grau de incorporação das SS de seus estudantes.

## 1.1 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS

Amparado pelo contexto e pelo pressuposto relatado, a seguinte questão de pesquisa norteou o desenvolvimento desta tese: Como é possível avaliar o grau de incorporação das SS de estudantes em

sessões de AL?

Para responder a esta questão, o objetivo geral desta tese é propor um sistema especialista *Fuzzy* com expertise de psicólogo que visa auxiliar professores, pesquisadores e instituições de ensino a avaliar o nível de incorporação das SS de seus estudantes em sessões de AL. Esse sistema especialista foi denominado *Fuzzy Soft Skills Assessment - FSSA*.

Os objetivos específicos são:

- identificar, registrar e categorizar as principais SS almeçadas aos futuros profissionais;
- investigar e descrever o comportamento dos estudantes em sessões de AL;
- coletar as percepções de observadores, professor e dos próprios estudantes sobre a suas habilidades e competências; e
- construir, implementar, verificar e validar o FSSA.

## 1.2 RELEVÂNCIA, ORIGINALIDADE E JUSTIFICATIVA

Analisando os gráficos na figura 1 é possível iniciar uma compreensão sobre a relevância do tema. Aqui a base de dados Principal Coleção do *Web of Science - WoS* foi utilizada para filtrar<sup>1</sup> os artigos publicados nos últimos 10 anos que tiveram em seus títulos as palavras chaves SS, AL, SE e LF.

- No caso dos artigos em que no título aparece o termo SS e similares<sup>2</sup>, observa-se uma evolução histórica crescente com mais de 100 artigos publicados/anos a partir de 2015, com mais de 2 mil citações em 2019.
- No caso do termo AL e similares<sup>3</sup>, também observa-se uma evolução histórica crescente numa ordem de grandeza de mais de mais de 100 artigos publicados/ano, com quase 9 mil citações em 2019.
- As publicações em que no título do artigo aparece o termo SE<sup>4</sup> apresentou ligeira queda no quadriênio inicial com evolução a partir de 2014, chegando a mais de 80 artigos publicados/ano de 2016 a 2019, com mais de 1,4 mil citações em 2019.
- Ao considerar apenas a palavra chave *Fuzzy* no título dos artigos, a quantidade de publicações ultrapassa 43 mil ao longo desses 10 anos. Dessa forma, optou-se por usar o termo LF para analisar a relevância desse tema. Apesar de a quantidade de artigos publicados sofrerem pequena queda entre os anos de 2012 e 2013, a evolução crescente nos demais anos atinge 200 artigos publicados/ano, com quase 8,5 mil citações em 2019.

O interesse da comunidade acadêmica pelo tema SS (similares) associado a AL (similares) pode ser melhor compreendido quando se concatena esses termos para filtrar em tópicos dos artigos publicados

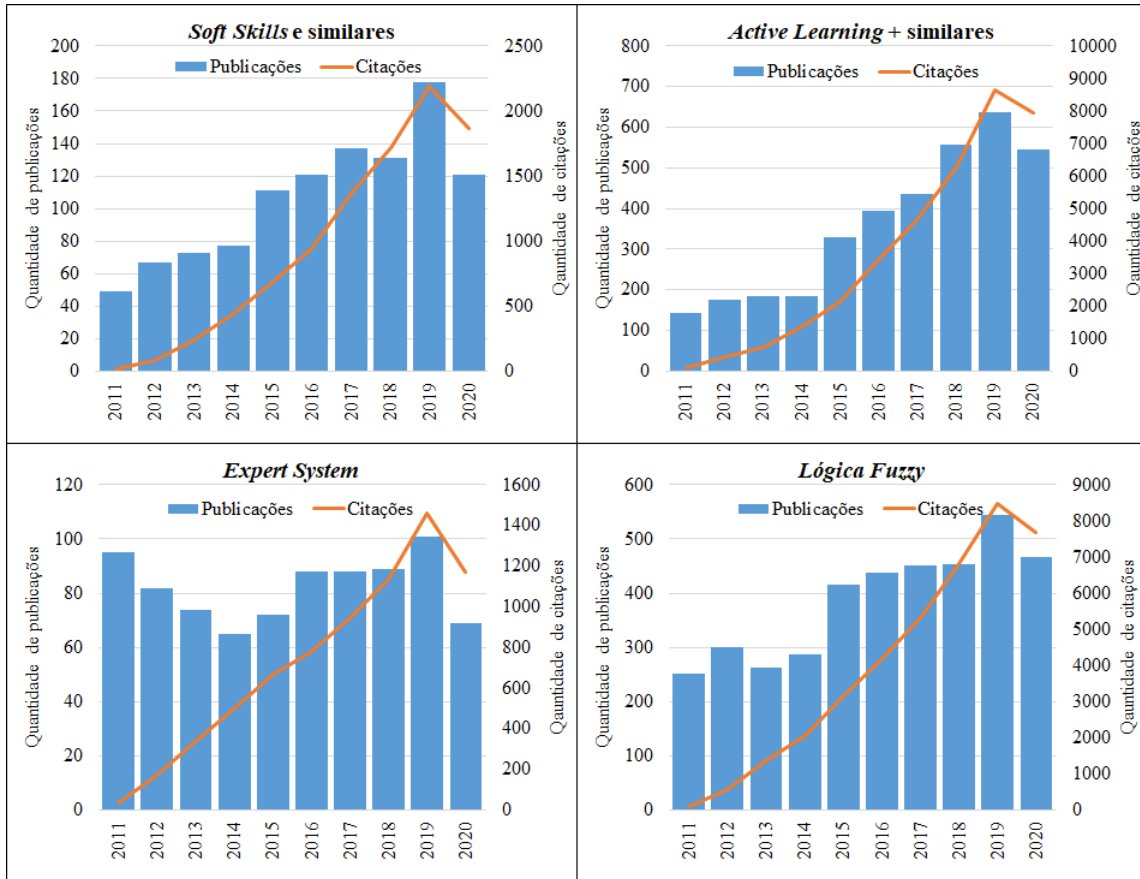
<sup>1</sup> Pesquisa realizada no dia 04/11/2020 às 16h53min.

<sup>2</sup> No quadro 2 da seção 2.2 outras nomenclaturas associadas as SS que foram utilizadas nesse filtro serão apresentadas.

<sup>3</sup> Termos similares utilizados neste filtro: *Problem Based Learning*, *Project Based Learning* e *Flipped Classroom*.

<sup>4</sup> *Expert System* em inglês.

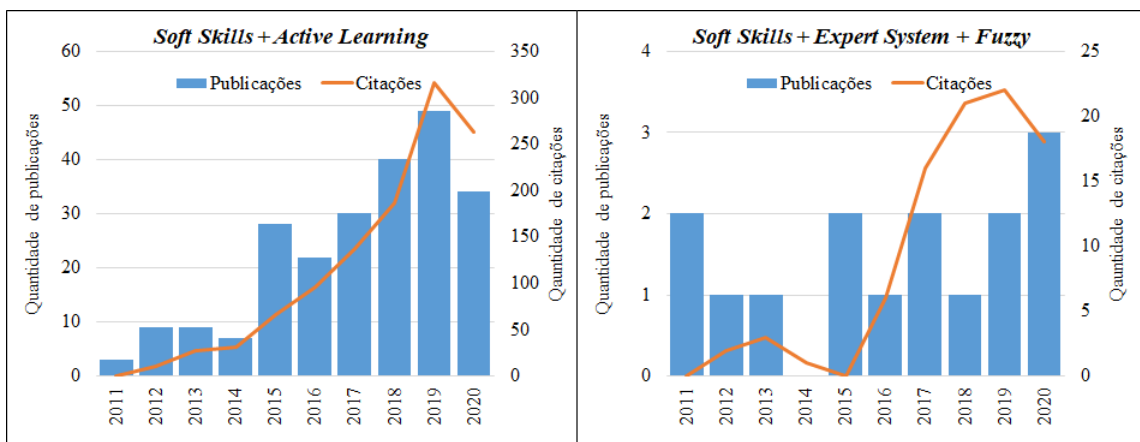
Figura 1 – Publicações SS, AL, SE e LF de uma década na WoS



Fonte: Produção do próprio autor.

nos últimos 10 anos que estão na base de dados da WoS. No gráfico do lado esquerdo da figura 2, percebe-se que há uma evolução na quantidade de artigos publicados e, também, na quantidade de citações. Diante a este resultado e aos resultados discutidos com relação aos gráficos da figura 1 pode-se inferir que o tema estudado tem relevância na comunidade científica.

Figura 2 – Publicações SS + AL e SS + SE + LF de uma década na WoS



Fonte: Produção do próprio autor.

Na tentativa de concatenar os termos: {SS, AL, SE e LF} ou {SS, AL e LF}, nenhum artigo é encontrado na base de dados da WoS. Quando se opta por concatenar os termos SS, SE e Fuzzy



em tópicos da WoS apesar de haver 15 artigos entre os anos de 2011 e 2020 (gráfico lado direito da figura 2), nenhum desses tem relação direta com o tema e o objetivo desta tese, o que caracteriza a originalidade e ineditismo da proposta.

Garantir um meio de avaliar as SS em sala de aula, além de ajudar professores interessados em mensurar o grau de incorporação das SS de seus alunos, pode auxiliar pesquisadores na área de AL a validarem suas conjecturas de que métodos ativos são mais propícios no desenvolvimento de HC (BRILINGAITE; BUKAUSKAS; JUŠKEVICIENE, 2018; VOGLER et al., 2018; YEHA; GUNN, 2018; LUTSENKO, 2018; BAYTIYEH, 2017; VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017; BAUTISTA, 2016; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; RODRÍGUEZ et al., 2015; VILA; PEREZ; MORILLAS, 2012). Além disso, avaliar HC é importante (VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017; BAUTISTA, 2016; GARCÍA et al., 2016) pois pode auxiliar as universidades no desenvolvimento de seus currículos (CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010) e aprimoramento do processo de ensino/aprendizagem (ACHCAOUCAOU et al., 2014). Para Conchado, Carot e Bas (2015), Ilic (2009) e Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty (2005), existem poucos instrumentos validados para avaliar a incorporação de HC.

O quadro 1 destaca os principais autores que de certa forma avaliaram as SS de indivíduos. Nele há sete referências que nos últimos 5 anos utilizaram algum meio físico ou virtual para alcançar esse objetivo. Algumas limitações importantes ficam evidenciadas:

- Excluindo as pesquisas de Bohlouli et al. (2017)<sup>5</sup> e García et al. (2016)<sup>6</sup>, os demais autores apresentados no quadro 1 avaliam as SS dos estudantes em estudos longitudinais e de forma pontual, isto é, no início e/ou no fim de um curso. Esse procedimento inviabiliza o processo de avaliação formativa dos estudantes, que é caracterizado pelo *feedback* contínuo e a melhoria nas experiências de aprendizagem (CHAI; TAY; LIM, 2015; LAN et al., 2011). Para garantir uma avaliação formativa das SS, os estudantes precisam ser frequentemente avaliados e, por consequência, receber o *feedback* de suas competências. Entretanto, "a disponibilidade de tais processos de *feedback* é limitada ou frequentemente indisponível" (VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017, p. 226). Além disso, Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017, p. 226) destacam que "(...) outro problema é a falta de processos formais para a avaliação de SS em uma instituição".
- Com exceção de Bohlouli et al. (2017) as demais pesquisas apresentadas no quadro 1 priorizam o uso apenas da auto avaliação. As principais vantagens que justificam essa postura são: instrumento é relativamente fácil de administrar em amostras grandes; pode ser aplicado simultaneamente em diferentes locais; e proporciona respostas facilmente mensuráveis (ALLEN; VAN DER VELDEN, 2005). A principal desvantagem gira em torno de maior chance de erros de medição (ALLEN; VAN DER VELDEN, 2005). Alguns estudos afirmam que a avaliação por pares é mais precisa do que a auto avaliação, o que pode ser devido ao fato de que os indivíduos são mais propensos a identificar comportamentos do que percebê-los em si mesmo (ALLEN; VAN DER VELDEN, 2005). A avaliação em 360 graus tem sido sugerida como

<sup>5</sup> A pesquisa se limita a ambiente corporativo, não sendo aplicada em estudantes.

<sup>6</sup> Os autores não deixam claro se o questionário foi aplicado no início, no fim ou ao longo dos cursos.

melhor instrumento para avaliar as SS (SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005; VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017), mas a provável complexidade de sua frequente aplicação em sala de aula acaba inviabilizando-a.

Quadro 1 – Trabalhos Relacionados

Referência	Procedimento utilizado para avaliar SS
Deep, Salleh e Othman (2019)	Para verificar a eficácia da abordagem PBL no desenvolvimento das SS de 57 estudantes de comunicação da Malásia, os autores realizaram observações em sala de aula, análise de documentos e aplicaram no início e no final do experimento (12 semanas) um questionário de auto avaliação contendo 33 itens.
Mulcahy-Dunn et al. (2018)	Para avaliar as habilidades de perícia, autocontrole e autoconfiança de 961 estudantes na Tanzânia, os autores, administraram uma auto avaliação baseada em cenários com significativos resultados em crianças.
Bohlouli et al. (2017)	Para analisar e avaliar as competências de funcionários de empresas, os autores apresentaram um SE que combina tecnologia de software e métodos matemáticos e estatísticos. Resultados de questionários de avaliações em 360 graus foram inseridos no SE para obtenção do nível de competência de cada funcionário.
Chan, Zhao e Luk (2017)	Para inferir sobre a habilidades genéricas de 1241 estudantes do primeiro ano do curso engenharia em Hong Kong, os autores desenvolveram e aplicaram um questionário de auto avaliação com 76 itens que avaliam 38 habilidades genéricas.
Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017)	Para avaliar como o Project-Based Cooperative Approach promove as SS de estudantes de engenharia, os autores administraram um estudo de caso e uma pesquisa de opinião com 24 estudantes de uma universidade em Sydney. Os autores destacaram a dificuldade em encontrar instrumentos para avaliar as SS.
García et al. (2016)	Para promover a aprendizagem e avaliação de competências genéricas em ambientes <i>E-learning</i> <sup>7</sup> e <i>B-learning</i> <sup>8</sup> , os autores apresentam o sistema Evalsoft. A eficiência dessa aplicação foi comprovada por meio de auto avaliação realizada por 893 estudantes de Madri. O questionário de auto avaliação foi projetado para avaliar a competência de trabalho em equipe dos estudantes.
Levant, Coulmont e Sandu (2016)	Para avaliar se as abordagens de AL envolvendo a simulação de negócios desenvolvem as SS de 392 estudantes de universidades Francesas e Marroquinas, os autores usaram um questionário de auto avaliação com 99 itens divididos em 11 categorias. Os estudantes se avaliaram no início e no final do curso.

Fonte: Produção do próprio autor.

- Uma das pesquisas usa a avaliação em 360 graus (BOHLOULI et al., 2017) por meio de um SE,

<sup>7</sup> O *E-Learning* pode ser entendido como Aprendizagem Eletrônica, que corresponde ao ensino não presencial amparado por Tecnologias da Comunicação e Informação (TICs)

<sup>8</sup> O *B-Learning* pode ser entendido como Aprendizagem Híbrida, que corresponde a combinar práticas de *E-Learning* com a aprendizagem presencial.

porém o seu uso é em sistema corporativo com o objetivo de avaliar competências de funcionários. Além disso, envolve a aplicação de vários questionários, um para cada competência a ser avaliada. Apesar de não ser objetivo dos autores, a suposta intenção do uso desse SE para avaliar as SS de estudantes em sala de aula se torna inviável pelo grau de complexidade do processo.

- Quatro pesquisas (LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017; DEEP; SALLEH; OTHMAN, 2019; GARCÍA et al., 2016) procuram analisar as relações de causa e efeito entre a AL e as SS. O caso particular apresentado por García et al. (2016) destaca um sistema com o objetivo de promover a aprendizagem e avaliar as competências genéricas em ambiente *E-learning* ou *B-learning*. Apesar de ser aplicado em ambiente virtual de aprendizagem, o modelo de questionário de auto avaliação incorporado para avaliar o trabalho em equipe não se diferencia dos demais modelos.

Diante as limitações de carência de instrumentos validados para avaliar as SS, uso exclusivamente da autoavaliação e falha no *feedback* contínuo, para retornar aos resultados da avaliação das SS de um determinado estudante o FSSA:

- Possui base de conhecimento adquirida e validada por meio de especialista em análise comportamental (psicóloga);
- Usa como dados de entrada a autoavaliação dos estudantes e a avaliação dos pares<sup>9</sup>;
- Garante *feedback* contínuo da incorporação das SS, viabilizado por meio de relatório de perfil individual dos estudantes; e
- Além disso, os resultados retornados é de fácil compreensão para quaisquer usuários, o processo de avaliação é simples e de rápido preenchimento pelos estudantes. Podendo ser aplicado ao final de todas as aulas.

### 1.3 ESTRUTURA DA TESE

No segundo capítulo desta tese, será apresentada a conceituação de HC, HS e SS, no terceiro capítulo as principais abordagens da AL serão descritas, no quarto capítulo serão expostos as definições e conceitos de SE e LF, no quinto serão apontados os materiais e métodos necessários para alcançar os objetivos, no sexto serão expostos os resultados, no sétimo as conclusões da pesquisa, finalizando com os referenciais e apêndices.

<sup>9</sup> Inicialmente pretendia-se acrescentar a avaliação do professor, afim de caracterizar uma avaliação em 360 graus. No entanto, por limitações da pesquisa, essa variável deverá ser incluída futuramente ao FSSA.

## 2 COMPETÊNCIAS NO ENSINO SUPERIOR

A evolução tecnológica tem tomado um papel fundamental no desenvolvimento do cenário global, vários setores da produção estão exigindo, cada vez mais, profissionais aptos a enfrentarem os mais variados problemas de gestão. Para Ribeiro (2005) o ritmo acelerado dessas mudanças tecnológicas afetam principalmente os cursos de Engenharia.

Este fenômeno afeta a engenharia, a prática do engenheiro e, conseqüentemente, o ensino de engenharia, o que pode ser atestado pela grande expansão da base de conhecimento em ciência e tecnologia e pela rápida obsolescência de muito daquilo que é ensinado durante o período de formação profissional (RIBEIRO, 2005, p. 1).

Como há uma estreita relação entre o Engenheiro, as novas tecnologias e as recentes mudanças no cenário mundial, os currículos dos cursos necessitam de fortes mudanças voltadas para uma melhor formação e preparação de seus egressos.

As escolas de Engenharia devem levar em conta que, no futuro, os alunos irão aprender de uma forma completamente diferente. Até os dias de hoje a maioria desenvolve currículos, prevendo os problemas que esperamos enfrentar. Ao fazer isso, o foco é mais no conhecimento, em vez das habilidades. Os currículos baseados em conhecimento específico são construídos de baixo para cima (HASSAN et al., 2012, p. 737).

Essa estrutura de currículos construídos de baixo para cima, pode ser melhor compreendida quando Vallim, Farines e Cury (2006, p. 74) destaca que muitos conceitos estruturados nas matrizes curriculares dos cursos de Engenharia, trazem nos anos iniciais disciplinas de cunho científico como Matemática e Física, deixando cadeiras mais específicas para os últimos períodos. Isto porque, na visão dessas matrizes curriculares, “a teoria vem antes da prática e deve ser apresentada primeiramente” e “os alunos devem ser mais maduros para compreender as abordagens de engenharia relacionadas ao mundo real.”. Nesse contexto, por não conseguirem relacionar os conceitos científicos aprendidos inicialmente, com o conhecimento técnico necessário para a vida profissional, muitos estudantes perdem a motivação pelo curso ao longo do programa.

Os futuros currículos de Engenharia devem ser construídos em torno do desenvolvimento de competências, e não em torno do ensino do conhecimento disponível. O foco deve estar na formação de habilidades analíticas, habilidades de design e na capacidade de resolver problemas (HASSAN et al., 2012, p. 738).

No cenário atual, em que as organizações procuram profissionais capacitados em resolver problemas, trabalhar em equipe, comunicação efetiva, liderança, relacionamento interpessoal e criatividade, as instituições de ensino superior devem buscar meios de desenvolver essas habilidades a fim de melhorar a formação, empregabilidade e a aprendizagem ao longo da vida dos futuros profissionais.

[...] as instituições de ensino superior desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de estratégias apropriadas para adotar uma abordagem baseada em competências com atividades de aprendizagem definidas em termos de conhecimento e habilidades. O desempenho deve definir não apenas o conhecimento necessário, mas também objetivos e atividades de aprendizagem. É necessário construir uma estrutura conceitual para nos ajudar a avançar na compreensão das relações entre atividades de aprendizagem e aquisição de habilidades (BAUTISTA, 2016, p. 2).

A busca por um currículo que compartilha habilidades técnicas com competências pessoais e interpessoais, tem sido foco de estudo de inúmeras instituições de ensino superior. Dessa forma, entender em que contexto as habilidades e competências são propostas para o desenvolvimento profissional dos egressos e futuros engenheiros torna-se essenciais para este trabalho.

## 2.1 HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

Nas duas últimas décadas, garantir o desenvolvimento das habilidades gerais dos estudantes, tornou-se uma desafio a mais para as universidades, tendo em vista que a visão, missão e estrutura curricular tradicional precisavam ser modificados. Dessa forma, ambientes propícios de ensino precisavam ser oferecidos e a estrutura curricular modificada (CHAN; ZHAO; LUK, 2017), novos recursos precisam ser alocados (BAUTISTA, 2016), uma maior investigação e compreensão sobre as definições e seleção de competências essenciais ao futuro profissional (CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; GARCÍA-ARACIL; VAN DER VELDEN, 2008; SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005).

Nesse contexto, percebeu-se que algumas competências voltadas a empregabilidade eram mais requisitadas nos processos de seleção das empresas, no entanto havia um descompasso entre as necessidades dos empregadores e as competências desenvolvidas nas universidades.

Os empregadores estavam agora enfatizando que o sucesso como engenheiro exigia mais do que simplesmente fortes capacidades técnicas; também eram necessárias habilidades em comunicação e persuasão, capacidade de liderar e trabalhar efetivamente como membro da equipe e compreensão das forças não técnicas que afetaram as decisões de engenharia. Para isso, seria necessário um novo paradigma de educação em engenharia baseado na aprendizagem ativa, baseada em projetos, na integração horizontal e vertical da matéria, na introdução de conceitos matemáticos e científicos no contexto da aplicação, na estreita interação com a indústria, no uso amplo da tecnologia da informação (SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005, p. 43).

No ensino universitário, na maioria dos casos, principalmente nos cursos de Engenharia, as chamadas competências específicas ou HS acabam se sobrepondo sobre as competências gerais ou SS. Por HS, será denotado as competências que são relacionadas diretamente com habilidades técnicas, tais como habilidades de resolver problemas do cálculo diferenciais e integral, habilidade de construir uma planta baixa utilizando um software de arquitetura, habilidades de desenvolver uma sistema computacional em uma plataforma online, etc. Por outro lado, será denotado por SS aquelas

competências relacionadas a traços de caráter, personalidade<sup>10</sup>, tais como, relacionamento interpessoal, sociabilidade, trabalho em equipes multidisciplinares, etc. Morandin destaca que:

[...] as Instituições de Ensino não têm o dever de formar jovens gerações fornecendo-lhes apenas HS para se tornarem profissionais capazes, mas antes de tudo, devem criar cidadãos capazes de participar ativa e positivamente da sociedade, então eles também têm que apoiá-los para o desenvolvimento de suas SS (MORANDIN, 2015 apud CIMATTI, 2016, p. 102)<sup>11</sup>.

Para compreensão plena dos conceitos aqui apresentados, há a necessidade de apresentação das definições de competências, habilidades, HS, SS, assim como algumas classificações.

## 2.2 DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES

Achcaoucaou et al. (2014, p. 457) defini Competência como “[...] as características, conhecimentos, habilidades, experiências e valores que um indivíduo precisa desempenhar com sucesso em um contexto acadêmico ou profissional.”, Hoskins e Crick (2010, p. 122) define como sendo “[...] uma combinação complexa de conhecimento, habilidades, compreensão, valores, atitudes e desejos que levam a uma ação humana efetiva e incorporada em um domínio particular.”, já Ilic (2009, p. 1) define como “[...] um conceito que incorpora uma variedade de domínios, incluindo conhecimentos, habilidades e atitudes.”. Segundo García et al. a definição mais aceita para competência é:

[...] um conjunto de habilidades, conhecimentos, procedimentos, técnicas e atitudes que uma pessoa possui e que são necessárias para: a) realizar tarefas profissionais em um trabalho específico de uma maneira eficiente; b) resolver problemas de forma autônoma, livre e criativa e c) colaborar na organização do trabalho e no ambiente sócio trabalhista (GARCÍA et al., 2016, p 1).

É importante observar que em todas essas definições, assim como no teor da presente tese, competência possui uma amplitude maior que habilidade, sendo essa segunda um elemento da primeira, ou seja, uma competência é formada por um conjunto de habilidades. Num contexto acadêmico, pode-se dizer que um indivíduo que possui habilidades analíticas; habilidades no uso das tecnologias da informação; habilidades de leitura e interpretação; e habilidades de cálculo possui a competência Resolução de Problemas. Apesar de que nesse exemplo, o uso de Tecnologias da Informação ser entendido como uma habilidade, num contexto mais geral, poderia ser uma competência formada pelas habilidades no uso de planilhas eletrônicas, editores de texto, apresentações de slides, programação, pesquisa na internet, etc.

HS são as competências técnicas ou administrativas (CIMATTI, 2016). Para Marques (2013) pertencem a traços com inteligência, habilidades técnicas, determinação, rigor e visão. Já Levasseur (2013)

<sup>10</sup> "Traços de personalidade são os padrões relativamente duradouros de pensamentos, sentimentos e comportamentos que refletem a tendência de responder de certas maneiras sob certas circunstâncias." (ROBERTS, 2009, p. 140).

<sup>11</sup> MORANDIN, G. From University to Enterprise. In: Speech at “Soft Skills and their role in employability – New perspectives in teaching, assessment and certification”, **Workshop [...]**, Bertinoro, 2015 apud CIMATTI, Barbara. **Definition, development, assessment of SS and their role for the quality of organizations and enterprises**. International Journal for Quality Research, v. 10, n. 1, 2016.

declara que são indicações de inteligência cognitiva. Por fim, Robles (2012), descreve como aquelas competências incluídas em um currículo, como educação, experiência de trabalho, conhecimento e nível de especialização.

Alguns exemplos de HS são os domínios em: ciências dos materiais, metalurgia, cálculo diferencial e integral, normas ABNT, padronização ISO 9001, Constituição Federal, programação em Java, etc.

Robles (2012) defini SS como habilidades intangíveis, não técnicas e específicas da personalidade que determinam os pontos fortes de um líder, facilitador, mediador e negociador. Lvasseur (2013), com base em seus referenciais, coloca que SS como uma combinação de habilidades interpessoais, sociais, autoconhecimento, autorregulação, motivação e empatia. Para García et al. (2016, p. 2) “SS referem-se às competências pessoais que afetam a forma como interagimos com as pessoas e incluem aspectos como comunicação, escuta, negociação, trabalho em equipe, liderança, ética e comprometimento.”. Cimatti (2016, p. 97), destaca que as “SS são tradicionalmente consideradas

Quadro 2 – Demais nomenclaturas associadas as SS

<b>Outras nomenclaturas</b>	<b>Tradução</b>	<b>Fonte</b>
<i>Interpersonal Competencies</i>	Competências Interpessoais	Andrews e Higson (2008)
<i>Social competence</i>	Competências Sociais	Sánchez et al. (2016)
<i>Generic competences</i>	Competências Genéricas	Brilingaite, Bukauskas e Juškeviciene (2018), Lutsenko (2018), Conchado, Carot e Bas (2015), Justo e Delgado (2015)
<i>Generic Skills</i>	Habilidade Gerais	Deep, Salleh e Othman (2019), Cimatti (2016), Devadason, Subramaniam e Daniel (2010)
<i>Key skills of employability</i> <i>Core skills</i> <i>People skills</i> <i>Transferable skills</i> <i>Foundation skills</i>	Hab. chave de empregabilidade Habilidades essenciais Habilidades das pessoas Habilidades transferíveis Habilidade de fundação	Devadason, Subramaniam e Daniel (2010)
<i>Employability skills</i>	Hab. de empregabilidade	Kumari, Kumar e Sharma (2015)
<i>Professional skills</i>	Habilidades profissionais	Baytiyeh (2017), Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty (2005)
<i>Personality traits</i> <i>Noncognitive skills</i> <i>Socioemotional skills</i>	Traços de personalidade Habilidades não cognitivas Habilidades sócio emocionais	Heckman e Kautz (2012)
<i>Transferable skills</i> <i>Twenty- first century skills</i> <i>Employability skills</i> <i>Key competencies</i>	Habilidades transferíveis Habilidades para o Sec. XXI Hab. de empregabilidade Habilidades essenciais	Chan, Zhao e Luk (2017)

Fonte: Produção do próprio autor.

complementares as HS.”. Nesse sentido, para a formação plena dos futuros Engenheiros o currículo universitário deve contemplar o desenvolvimento das HS e SS.

De maneira geral as diferenças entre HS e SS são apresentadas de forma clara e objetiva na literatura mundial, todavia em inúmeras publicações existe uma “analogia” entre os termos: SS, Competências Genéricas, Competências Sociais, Competências Interpessoais, Traços de Personalidades, entre outros. O quadro 2 apresenta uma série de nomenclaturas que aparecem nas pesquisas internacionais e possuem relações com SS, apesar de que, em alguns casos os autores incluíram as suas “SS” algumas competências cognitivas. Essas inúmeras nomenclaturas revelam uma dificuldade a mais no estudo de SS na educação, visto que a aparente sinonímia, acaba minimizando o panorama de pesquisa para quem se restringe a usar SS como palavra chave. Cimatti (2016) destaca que em sua pesquisa realizada em revistas, periódicos e publicações no base de dados EBSCO<sup>12</sup> usando a palavra chave SS, o termo aparece com mais frequência na literatura de negócios do que na literatura de educação.

Na maioria dos estudos, considerando apenas as SS, há uma convergência ao apresentar as habilidades mais importantes para os futuros profissionais, independente da nomenclatura utilizada pelos autores, ver quadro 3.

Quadro 3 – Principais habilidades associadas a SS

(continua)

Habilidades	Fonte
<b>SS</b> Aprendizado independente; uso de TIC; resolução de problemas; coleta de informações; pensamento analítico; habilidades de pensamento crítico; resolução de conflitos; tolerância; perseverança; paciência; mente aberta; franqueza; diplomacia; colaboração; liderança; negociação; trabalho em equipe; habilidades de escrita; habilidades de fala; habilidades de leitura; idioma inglês e apresentação oral.	Deep, Salleh e Othman (2019)
<b>SS</b> Trabalho em equipe e colaboração; comunicação oral; pensamento crítico; criatividade; inovação; liderança; profissionalismo; ética; comunicação escrita; uso de TIC e aprendizagem ao longo da vida.	Vogler et al. (2018)
<b>Habilidades Profissionais</b> Aprendizagem autorregulada; resolução de problemas; trabalho em equipe; comunicação; prazer e criatividade.	Baytiyeh (2017)
<b>Habilidades Genéricas</b> Habilidades interpessoais; trabalho em equipe; comunicação; resolução de problemas; pensamento crítico; autogerenciamento (refletir, organizar e gerenciar o tempo); eficácia profissional (ética e responsabilidade); adaptabilidade; alfabetização da informação; liderança; habilidades acadêmicas e de aprendizagem; conhecimento da comunidade e da cidadania (conscientização de questões políticas, sociais, econômicas e ambientais).	Chan, Zhao e Luk (2017)

<sup>12</sup> A EBSCO é fornecedora líder de bancos de dados de pesquisa, periódicos eletrônicos, assinaturas de revistas, e-books e serviço de descoberta para bibliotecas de todos os tipos <<https://www.ebsco.com/>>.



Quadro 3 – Principais habilidades associadas a SS

(continuação)

Habilidades	Fonte
<b>SS</b> Autoconhecimento; capacidade de entender e se adaptar ao meio ambiente; comunicação; capacidade de se expressar; gerenciar tempo; empreendedorismo e trabalho em equipe.	Levant, Coulmont e Sandu (2016)
<b>Competências Pessoais</b> Autoconsciência (consciência emocional, valorizando a si mesmo, autoconfiança); autorregulação (autocontrole, confiabilidade, integridade, inovação e adaptabilidade); motivação (realização, compromisso, iniciativa e otimismo). <b>Competência Social</b> Empatia (compreendendo os outros, desenvolvimento de outras pessoas, orientação ao serviço, aproveitando a diversidade e consciência política); habilidades sociais (influência, persuasão, comunicação, gerenciamento de conflitos, liderança, relacionamentos, colaboração, cooperação e capacidade de trabalhar em equipe).	Sánchez et al. (2016)
<b>Principais Competências</b> Comunicação; negociação; idiomas; pensamento analítico; pensamento sistêmico; pensamento crítico; pensamento sintético; pensamento construtivo; resolução de problemas; aprendizagem ao longo da vida; auto aprendizagem; aprendizagem contínua; relacionamento interpessoal; gerenciamento de conflitos e uso de TIC.	Srisakda, Sujiva e Pasiphol (2016)
<b>Competências genéricas</b> Gestão do conhecimento (compreender problemas complexos, aquisição de novos conhecimentos, diagnosticar novos problemas, pensamento analítico, conhecimento geral de outros campos, domínio do seu próprio campo, autorreflexão); inovação (apresentar novas ideias e soluções, uso de TIC e pensamento crítico); comunicação; organizacional (saber lidar com mudanças, trabalhar sob pressão, lidar com incerteza, organização, gerenciamento do tempo e coordenar atividades); relacionamento interpessoal (mobilizar as capacidades de outros e trabalhar produtivamente com os outros); e desenvolvimento profissional (afirmar sua autoridade, negociar e prontidão para novas oportunidades).	Conchado, Carot e Bas (2015)
<b>Competências genéricas</b> Trabalhar em equipe; trabalhar autonomamente; resolver problemas; análise e síntese; aplicar conhecimentos em situações práticas; e planejar e gerenciar tempo.	Justo e Delgado (2015)
<b>Competências de empregabilidade</b> Trabalho em equipe; solução de problemas; aprendizagem; auto gerenciamento, planejamento; organização; uso de TIC; liderança e comunicação.	Kumari, Kumar e Sharma (2015)
<b>Competências</b> Eficiência de produção; habilidades metacognitivas; tomada de decisão; pensamento analítico; inovação; gestão de conflitos; iniciativa; tolerância ao estresse; compreender os outros; resolução de problemas; otimismo; autoavaliação; confiabilidade; pensamento estratégico; conhecimento profissional e técnico; flexibilidade; liderança; busca por informações; aproveitar as oportunidades; desenvolvendo outros; colaboração; consciência emocional; auto confiança e criatividade.	Achcaoucaou et al. (2014)

Quadro 3 – Principais habilidades associadas a SS

(continuação)

Habilidades	Fonte
<p><b>SS</b> Comunicação; cortesia; flexibilidade; integridade; habilidades interpessoais (simpatia, gentileza, senso de humor, empatia, autocontrole, paciência, sociabilidade e cordialidade); atitude positiva; profissionalismo; responsabilidade; trabalho em equipe e ética.</p>	Robles (2012)
<p><b>Competências</b> Inovação; pensamento crítico; gestão do tempo; clareza; Domínio do próprio campo; comunicação; pensamento analítico; trabalho em equipe; aquisição de novos conhecimentos; idiomas; negociação; autoridade; uso de TIC; desenvolvimento dos outros; lidar com pressão e coordenar atividades.</p>	Vila, Perez e Morillas (2012)
<p><b>SS</b> Habilidades interpessoais; autogestão; comunicação, relacionamento interpessoal, trabalho em equipe, trabalhar sob pressão, criatividade; pensamento crítico; vontade de aprender; atenção aos detalhes; assumir responsabilidades; planejamento; organização; discernimento; maturidade; profissionalismo e inteligência emocional.</p>	Chamorro-Premuzic et al. (2010)
<p><b>Principais habilidades e SS</b> Comunicação, uso de TIC, Solução de problemas; trabalho em equipe; aprendizagem ao longo da vida; fidelidade; comprometimento; honestidade; integridade; lidar com a pressão; motivação; adaptabilidade; habilidades interpessoais; comunicação em inglês; ética; profissionalismo e liderança.</p>	Devadason, Subramaniam e Daniel (2010)
<p><b>Competências profissionais/pessoais</b> Autoconhecimento; consciência emocional; auto confiança; autoavaliação; autocontrole; confiabilidade; manutenção da ordem; abertura a novas ideias, responsabilidade; busca da informação; flexibilidade; tolerância ao estresse; eficiência de produção; qualidade da decisão; pensamento analítico; pensamento conceitual; proficiência em língua; motivação; iniciativa; otimismo; empatia; desenvolvendo os outros; comunicação; gestão de conflitos; liderança; relacionamento e colaboração.</p>	Makatsoris (2009) e Bikfalvi et al. (2007)
<p><b>SS, habilidades transferíveis</b> Profissionalismo; confiabilidade; lidar com a incerteza; trabalhar sob pressão; planejamento; pensar estrategicamente; comunicação; trabalho em equipe; uso de TIC; criatividade; autoconfiança e gestão do tempo.</p>	Andrews e Higson (2008)
<p><b>Competências</b> Negociação; planejamento, coordenação; organização; assumir responsabilidades, gerenciamento de tempo; uso de TIC; trabalho sob pressão; liderança; resolução de problemas; comunicação; iniciativa; trabalho em equipe; atenção aos detalhes; pensamento reflexivo, autoavaliação; trabalho autônomo; adaptabilidade; competências analíticas; conhecimento interdisciplinar; tolerância, apreciação de diferentes pontos de vista; lealdade, integridade; pensamento crítico; poder de concentração; amplo conhecimento geral; conhecimento teórico específico de campo; habilidades de aprendizagem e proficiência em língua estrangeira</p>	García-Aracil e Van Der Velden (2008)

Quadro 3 – Principais habilidades associadas a SS

Habilidades	Fonte
<b>Habilidades profissionais:</b> Trabalho em equipe; profissionalismo; ética; comunicação; responsabilidade econômica/social/ambiental; aprendizagem ao longo da vida e conhecimento das questões contemporâneas.	Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty (2005)
<b>SS</b> Colaboração; trabalho em equipe; comunicação; iniciativa; liderança; desenvolvimento dos outros; planejamento e organização.	Crosbie (2005)
<b>Competências</b> Conhecimento geral; resolução de problemas; competências analíticas; pensamento reflexivo, avaliando o trabalho de alguém; habilidades de aprendizagem; poder de concentração; pensamento crítico; comunicação, planejamento, coordenação, organização; liderança; pensamento econômico; criatividade; tolerância, apreciando diferentes pontos de vista; iniciativa e assumir responsabilidades	Heijke, Meng e Ramaekers (2003)

Fonte: Produção do próprio autor.

Uma análise mais aprofundada desse conjunto de habilidades será apresentada no capítulo 6 deste documento (seção 6.1), porém vale destacar que as habilidades que aparecem com maior frequência são: comunicação, trabalho em equipe, solução de problemas, liderança, pensamento crítico, gestão do tempo, planejamento, relação interpessoal, responsabilidade, criatividade e ética. Na próxima seção, será discutido a importância das SS, assim como o seu processo de desenvolvimento no ensino superior.

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DAS SS

Ninguém discorda da importância das HS para o desenvolvimento profissional, em particular no campo da Engenharia. Sabe-se da importância do Cálculo Estrutural para a Engenharia Civil, a Pesquisa Operacional na Engenharia de Produção, a Ciência dos Materiais na Engenharia Metalúrgica, o desenvolvimento de Inteligência Artificial para os Engenheiros da Computação e o Cálculo Vetorial para os Engenheiros Elétricos, entretanto, como um Engenheiro poderá trabalhar em equipes multidisciplinares se ele possui problemas de relacionamento interpessoal? Como ele apresentará aos diretores o projeto de sua equipe, se ele tem problemas de comunicação? Como ele irá convencer os pares da importância da alocação de mais recursos no orçamento, se eles não tem habilidades de persuasão? Como ele irá liderar uma equipe se ele tem problemas com planejamento, organização, motivação, compromisso, ética e negociação? Obviamente, as respostas a todas essas questões serão negativas. Como dito anteriormente, as SS são habilidades complementares as HS, para as empresas e empregadores, a personalidade e o comportamento é essencial para a boa execução das técnicas.

Empregadores, associações profissionais, assim como formuladores de políticas nacionais e supranacionais, estão exigindo o desenvolvimento de habilidades de empregabilidade, especialmente SS como comunicação, liderança e trabalho em equipe (LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016, p. 370)

Pesquisas substanciais garantem que as SS desempenham um papel importante no sucesso escolar e profissional (MULCAHY-DUNN et al., 2018). Dessa forma, as SS acabam se tornando elemento estratégico em qualquer organização e merecem grande atenção no processo de recrutamento e seleção de funcionários, assim como durante toda a carreira profissional (CIMATTI, 2016).

Historicamente as HS assumiam maior importância para o emprego e para a carreira, mas o ambiente de trabalho de hoje exige maior expertise no relacionamento humano, nas equipes multidisciplinares e na negociação entre os pares, assim as habilidades técnicas acabam não sendo suficiente para manter o profissional empregado. Robles (2012) destaca dois estudos sobre a importância das SS e HS, num deles os achados indicam que 75% de sucesso no emprego se dá pelas SS e 25% pelas HS, e o outro estudo indica que apenas 15% do sucesso profissional está relacionado as HS enquanto 85% as SS.

O desenvolvimento de SS envolve vários atores: professores, empregadores, colegas de escola Cimatti (2016) e universidades, todavia um estudo sistematizado precisa ser realizado entre as partes para que as necessidades e os métodos de desenvolvimento sejam bem definidos. Diante desse paradigma surge a seguinte questão: Como as instituições de ensino superior estão desenvolvendo as SS?

Para que uma experiência acadêmica e profissional seja considerada bem produtiva, o nível de competência alcançado ao término do programa educacional ou capacitação profissional precisa ser superior ao nível de competência previamente possuído (ACHCAOUCAOU et al., 2014). Aparentemente, não é isso que tem ocorrido no desenvolvimento das SS, alguns autores argumentam que as instituições de ensino estão em descompasso com as exigências das empresas, para Andrews e Higson (2008) existe uma lacuna cada vez maior entre as habilidades e capacidades dos graduados e as demandas do ambiente de trabalho. Já Zaharim et al. (2012) salienta que há tempos os empregadores refletem o descontentamento com o nível de habilidades fomentadas no ensino superior. Para Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty (2005, p. 45), “Nos últimos cinquenta anos, os educadores de engenharia têm-se centrado em fornecer aos alunos ferramentas e habilidades técnicas, mas as competências para a tomada de decisão social não era uma prioridade.”.

Apesar dessas críticas as instituições de ensino superior estão se movimentando para se adequar as exigências. As escolas de administração e negócios (Harvard Business School's, MIT's Sloan School, Yale School of Management's, Pennsylvania's Wharton School, Columbia Business School, Stanford Graduate School, University of California, entre outras) passaram a oferecer mais cursos de negociação, persuasão, ética, liderança, comunicação, trabalho em equipe, entre outras SS (MARQUES, 2013). Não só nos USA, mas em vários países/províncias os programas universitários tem dado maior importância para o desenvolvimento das SS e/ou Competências Genéricas, tais como: Hong Kong (CHAN; ZHAO; LUK, 2017), Espanha (CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; ACHCAOUCAOU et al., 2014), Malásia (DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010), Reino Unido (CHAMORRO-PREMUZIC et al., 2010; ANDREWS; HIGSON, 2008), Eslovênia, Romênia, Áustria e em toda Europa continental (ANDREWS; HIGSON, 2008), assim como em outros países em que, por limitações da pesquisa, este estudo não pôde alcançar. Sobre as SS, Stoner e Milner destacam que:

[...] há uma pressão crescente nas universidades e escolas de negócios em todo o mundo para desenvolver tais habilidades. E se incorporem ao currículo do ensino superior, no entanto, o desenvolvimento dessas habilidades é um processo complexo que exige uma análise cuidadosa (STONER; MILNER, 2010 apud LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016, p. 370)<sup>13</sup>.

Aprender SS não é como aprender HS, não é possível compreendê-las lendo livros, definições, propriedades, é preciso socializar, humanizar. O termo “Ensinar SS” chega a ser contraditório, elas precisam ser desenvolvidas ao longo da vida e para isso, o *feedback* comportamental precisa ser constante (CHAI; TAY; LIM, 2015; LAN et al., 2011), porém nem todas as pessoas estão dispostas a receber esse retorno.

Poucas pessoas argumentariam que ensinar SS por meio de cursos ou programas de treinamento não funciona. Tais programas têm pelo menos o potencial de transmitir conhecimento básico e fornecer oportunidades limitadas para praticar cada nova SS apresentada. No entanto, devido à curta duração e ao foco da maioria dos programas de treinamento, eles podem, na melhor das hipóteses, apenas iniciar o processo. O desenvolvimento real vem da prática contínua das habilidades e do *feedback* do desempenho do processamento, com base em autorreflexões ou contribuições construtivas recebidas de outras pessoas, o que estimula o desenvolvimento contínuo dessas habilidades (LEVASSEUR, 2013, p. 569).

Algumas estratégias de “ensino” que acabam sendo eficientes nesse processo, por envolverem a socialização dos estudantes são:

- Simulações (CIMATTI, 2016; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016);
- Jogos (LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016);
- Estudos de Caso (LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; CIMATTI, 2016; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010);
- *Active Learning* (DEEP; SALLEH; OTHMAN, 2019; YEHIA; GUNN, 2018; BRILINGAITE; BUKAUSKAS; JUŠKEVICIENE, 2018; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; CONCHADO; CAROT; BAS, 2015; VILA; PEREZ; MORILLAS, 2012; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010; PÉREZ-MARTÍNEZ et al., 2010);
- Trabalho em equipe (CIMATTI, 2016; LEVANT; COULMONT; SANDU, 2016; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010);
- Laboratórios (CIMATTI, 2016);
- Apresentações (CIMATTI, 2016; DEVADASON; SUBRAMANIAM; DANIEL, 2010).

<sup>13</sup> STONER, G., MILNER, M. **Embedding generic employability skills in an accounting degree: development and impediments.** Accounting Education, Oxford, 19(1), 123–138, 2010 apud LEVANT, Yves; COULMONT, Michel; SANDU, Raluca. **Business simulation as an active learning activity for developing SS.** Accounting Education, Oxford, v. 25, n. 4, p. 368-395, 2016.

Pesquisas mostram que as atividades de ensino centradas no aluno, AL, são mais propícias ao desenvolvimento de HC do que a instrução baseada em palestras (Ensino Tradicional), isto porque envolvem o trabalho colaborativo, discussão em grupo, relação interpessoal, negociação de conflitos entre outras habilidades.

O processo de Bolonha, com o objetivo de reestruturar o sistema de ensino superior da Europa propôs várias estratégias de mudança no sistema de ensino e aprendizagem, incluindo as SS. Nesse processo, o projeto *Tuning*<sup>14</sup>:

[...] propõe alguns métodos alternativos para ensinar SS:

1. Integrar as SS nos diferentes assuntos de uma determinada disciplina.
2. Realização de Seminários e Workshops durante o fim de semana visando o ensino de diferentes SS.
3. Dedicar duas semanas no início de cada semestre para treinar SS.
4. Estabelecer diferentes disciplinas para cada SS e integrá-las em programas com diferentes professores, que se dediquem apenas ao ensino de SS.
5. Dedicar um semestre inteiro para treinar algumas SS específicas. (CIMATTI, 2016, p. 104).

Do ponto de vista curricular, implementar as SS no programa de uma disciplina envolve uma análise profunda e crítica sobre a potencialidade das habilidades escolhidas para tal disciplina. É importante verificar a conexão das SS escolhidas com a ementa, a sua importância e como será avaliada. O professor deve ter pleno conhecimento de como monitorar e possuir indicadores para avaliar o nível de incorporação dessas SS (CIMATTI, 2016).

Apesar da grande parte das universidades já trabalharem o desenvolvimento de competências de alguma forma em seus currículos, medir o grau de incorporação dessas expertises, não é tarefa das mais fáceis. Na próxima seção será discutido as experiências mundiais no processo de avaliação de competências nas universidades.

## 2.4 A AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS

Avaliar o processo de incorporação de conhecimento é um tema complexo, amplamente discutido pela comunidade científica/educacional e em vários casos levam a concordâncias e discordâncias referentes aos instrumentos utilizados para esse fim, se realmente conseguem prever o nível de conhecimento alcançado pelos estudantes. O objetivo dessa tese não é fazer um extenso estudo sobre o processo de avaliação, todavia enveredar sobre o processo de avaliação de competências, principalmente com referência as SS.

Os instrumentos avaliativos comumente utilizados na mensuração de HS são as avaliações escritas, relatórios, provas orais, projetos interdisciplinares, debates, provas práticas e trabalhos individuais, contudo as avaliações escritas, com questões objetivas e subjetivas tem sido utilizadas com maior frequência.

<sup>14</sup> *TUNING*, Estruturas educacionais na Europa começaram em 2000 como um projeto para vincular os objetivos políticos do Processo de Bolonha e, posteriormente, a Estratégia de Lisboa ao setor de ensino superior. Com o tempo, o *Tuning* se tornou um Processo, uma abordagem para (re) projetar, desenvolver, implementar, avaliar e aprimorar programas de qualidade de primeiro, segundo e terceiro ciclos. <http://www.unideusto.org/tuningeu/>

Excluindo as discussões mais aprofundadas e filosóficas sobre a eficácia das avaliações escritas no processo de medição do conhecimento, verificar se um estudante aprendeu a resolver uma equação diferencial (HS) por meio de uma avaliação escrita é, no mínimo, justificável e ratificável. Isso não é diferente nos casos de avaliar habilidades de elaboração de planilhas eletrônicas, compreensão da mecânica quântica e entendimento das ciências dos materiais. No entanto, como é possível verificar se a habilidade de persuasão está bem desenvolvida em um estudante? Como saber se o integrante de uma equipe possui melhor competência de liderança do que os demais? Como analisar se a empatia de um estudante apresentou alguma melhora ao longo do tempo? Indiscutivelmente é praticamente impossível medir a incorporação dessas habilidades competências por meio de uma avaliação escrita. Heckman e Kautz (2012) destaca que os testes não capturam adequadamente as SS, Makatsoris (2009, p. 545) também corrobora essa afirmação, “[...] em muitos casos, essas habilidades não podem ser avaliadas pelos métodos tradicionais de avaliação usados atualmente na educação.”.

Mesmo diante dessas dificuldades, Achcaoucaou et al. (2014, p. 465) sugere que “Identificar os níveis de competência entre os alunos pode ajudar os organizadores do curso a melhorar tanto o conteúdo acadêmico quanto os processos de ensino/aprendizagem”. Para Devadason, Subramaniam e Daniel (2010, p. 323) conhecer “(...) o tipo de habilidade adquirido pelos estudantes ao final de seu curso, seria uma contribuição inestimável para melhorar o planejamento e a entrega do currículo.”. Já Conchado, Carot e Bas (2015, p. 836) argumentam que “[...] medir as competências no ensino superior tornou-se uma questão importante, dado sua relevância para garantir que as organizações possam criar e gerenciar o conhecimento de que é necessário para um desempenho bem sucedido.”, além disso há a necessidade de desenvolver instrumentos validados para mensuração de competências genéricas de modo a serem utilizados em estudos transversais. Outros autores que indicam a importância de medir competências são: Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017), Srisakda, Sujiva e Pasiphol (2016), Bautista (2016) e García et al. (2016).

Sendo assim, o grande desafio enfrentado pelos professores, pesquisadores e universidades é o de: Como medir a incorporação de HC? Allen e Van Der Velden (2005) destacam que instrumentos como testes, avaliações por pares e avaliação por supervisor, podem ajudar nessa mensuração, porém sugerem a autoavaliação como instrumento ideal. Outros autores que sugerem o uso da autoavaliação como instrumento de medição das competências adquiridas pós formação são Chan, Zhao e Luk (2017), Conchado, Carot e Bas (2015) e Vila, Perez e Morillas (2012). Além de Allen e Van Der Velden (2005), que realizam pesquisa longitudinal num período de três anos pós formação, explorando competências gerais, de gestão e específicas.

Sobre as habilidades de empregabilidade, Zaharim et al. (2012) reforça que a medição dessas habilidades é subjetiva e depende da percepção dos avaliadores, “[...] muitos desses atributos só podem ser avaliados subjetivamente, ou seja, não há testes objetivos para, digamos, habilidades interpessoais e de gerenciamento” (CHAMORRO-PREMUZIC et al., 2010, p. 222).

Mulcahy-Dunn et al. (2018, p. 997) destaca que “[...] Sabe-se relativamente pouco sobre a medição de SS em contextos de países em desenvolvimento e se tipos similares de instrumentos podem fornecer evidências dessas habilidades.”. Esses autores utilizam questionários de autorrelatos baseados em cenários para medir perseverança, confiança e autocontrole. Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty

(2005) sugerem a avaliação em 360 graus<sup>15</sup> para mensurar competências, esses autores destacam que esse tipo de avaliação “[...] vai além da abordagem típica de papel e lápis comum a outros métodos de avaliação, uma avaliação de desempenho é adequado para medir essas habilidades baseadas comportamento, como avaliar um dilema ético ou trabalho em equipe” (SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005, p. 50). O quadro 4 descreve o tipo de instrumento sugerido por alguns autores no processo de avaliação de competência, em particular as SS.

Quadro 4 – Principais instrumentos utilizados para medir SS

<b>Instrumento</b>	<b>Fonte</b>
Autoavaliação via internet	Achcaoucaou et al. (2014) Makatsoris (2009) Bikfalvi et al. (2007)
Autorrelatos baseados em cenários	Mulcahy-Dunn et al. (2018)
Autoavaliação	Chan, Zhao e Luk (2017) Levant, Coulmont e Sandu (2016) Chamorro-Premuzic et al. (2010) Allen e Van Der Velden (2005)
Mapas Conceituais	Pinto, Doucet e Fernández-Ramos (2010)
Testes psicométricos, autoavaliação e avaliação dos pares	Pérez-Martínez et al. (2010)
Avaliação em 360 graus	Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty (2005) Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017)

Fonte: Produção do próprio autor.

Diante do exposto nesse capítulo, corrobora-se a importância do desenvolvimento e avaliação das competências genéricas, em particular as SS para a formação do futuro profissional. Em resumo, pode-se destacar que:

- O desenvolvimento de HC é de fundamental importância para que as universidades possam “caminhar em sintonia” com o que as empresas buscam do futuro Engenheiro;
- As universidades precisam se reestruturar física e academicamente para poder se adequar à currículos baseados em competências;
- O desenvolvimento das SS para os futuros Engenheiros é tão importante quanto as HS, essas competências se complementam e o futuro profissional acaba tendo baixa empregabilidade quando o desenvolvimento de uma se sobrepõe a outra;
- As onze SS mais indicadas pelos autores analisados no quadro 3 são: comunicação, trabalho em equipe, solução de problemas, liderança, pensamento crítico, gestão do tempo, planejamento, relação interpessoal, responsabilidade, criatividade e ética;

<sup>15</sup> "A avaliação em 360 graus é um processo formal de coleta de informações críticas sobre as competências dos indivíduos, incluindo a opinião dos pares, supervisores e a autoavaliação, apresentando os resultados de forma organizada para que se possa conhecer os pontos fracos e de melhoria"(SHUMAN; BESTERFIELD-SACRE; MCGOURTY, 2005, p. 50).



- A AL, em particular as técnicas de trabalho em equipe, é considerada uma excelente estratégia de ensino/aprendizagem para o desenvolvimento de SS associadas as HS;
- O processo de avaliação de SS, apesar de não ser uma tarefa fácil e ir além da típica avaliação escrita, é de fundamental importância para a formação do futuro profissional, pois além de auxiliar as universidades no desenvolvimento de seus currículos baseados em competências, ajuda os pesquisadores a ratificarem os seus estudos transversais; e amparam professores e estudantes no acompanhamento da aquisição e evolução de competências e habilidades essenciais;
- A avaliação em 360 graus pode ser uma excelente ferramenta para se avaliar o nível de incorporação das SS em estudantes.

Tomando como referência o quinto item, Deep, Salleh e Othman (2019), Yehia e Gunn (2018), Brilingaite, Bukauskas e Juškeviciene (2018), Levant, Coulmont e Sandu (2016), Conchado, Carot e Bas (2015), Vila, Perez e Morillas (2012), Devadason, Subramaniam e Daniel (2010), Pérez-Martínez et al. (2010) sugerem a AL como estratégia de ensino/aprendizagem para o desenvolvimento das SS, dessa forma, na próxima seção, será dada uma importância singular aos principais pontos dessa teoria.

### 3 A METODOLOGIA *ACTIVE LEARNING*

A construção do conhecimento por parte dos alunos é uma das principais características da corrente teórica denominada de Socioconstrutivismo, nela a inteligência humana não é considerada unicamente como um processo inato ao indivíduo, é também consequência de um processo de interação entre o sujeito e o meio em que vive, o indivíduo age em resposta à estímulos externos construindo e organizando o seu próprio conhecimento.

Nos últimos anos, a abordagem de ensino-aprendizagem construtivista tem sido amplamente utilizada em contextos educacionais, nela os alunos assumem a responsabilidade de sua própria aprendizagem ao construir suas próprias versões de conhecimento (ERDOGAN; SENEMOGLU, 2014, p. 459).

O nível teórico sobre o Construtivismo foi estabelecido desde a década de 1930 especialmente por Bruner (1960), Piaget (1970) e Vygotsky (1978), sendo ampliada a partir de Vygotsky para o Socioconstrutivismo, que acrescenta os aspectos socio culturais a interação humana. “Essa abordagem considera que a aprendizagem resulta da interação entre os estudantes e seus ambientes e, portanto, não é apenas o resultado da influência do ambiente” (WARIN; KOLSKI; SAGAR, 2011, p. 1597). Ela prioriza o conhecimento que depende da pessoa, conhecimento esse que é codificado e fixado por um grupo social. Nesse contexto o estudante passa a ser um agente ativo no processo de ensino aprendizagem, posto anteriormente cumprido pelo professor.

Os alunos aprendem melhor quando podem contextualizar o que aprendem para aplicação imediata, o que lhes permite adquirir significado pessoal. Assim, promove-se aprendizagem ativa não diretiva, recomendando priorizar um contexto real de aprendizagem e um estilo de ensino de suporte, em vez de um estilo de ensino intervencionista (WARIN; KOLSKI; SAGAR, 2011, p. 1597).

Algumas abordagens construtivistas emergiram com a utilização de AL<sup>16</sup>. Dogara et al. (2020), Deep, Salleh e Othman (2019), Yehia e Gunn (2018), Brilingaite, Bukauskas e Juškeviene (2018), Baytiyeh (2017), Burke e Fedorek (2017), Burnik e Košir (2017), Novais, Silva e Muniz Jr. (2017), Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017), García et al. (2016), Tawfik e Kolodner (2016), Abdel-Khalik, Massoud e Ahmed (2016), Rodríguez et al. (2015) e Pérez-Martínez et al. (2010), sugerem a utilização de recursos pedagógicos baseados em AL, tais como Problem-based Learning - PBL<sup>17</sup>, Project-based Learning - PjBL<sup>18</sup>, Cooperative Project Learning - CPBL<sup>19</sup>, Inquiry-based Learning -

<sup>16</sup> Denominada no Brasil de Metodologias Ativas.

<sup>17</sup> *Problem-based Learning* – Aprendizagem baseada em problemas

<sup>18</sup> *Project-based Learning* – Aprendizagem baseada em projetos

<sup>19</sup> *Cooperative Problem Learning* – Aprendizagem Cooperativa baseada em Problemas

IBL<sup>20</sup>, Case-based Learning - CBL<sup>21</sup>, Self-peer Assessments - SPA<sup>22</sup>, Flipped Classroom - FC<sup>23</sup>, entre outras, frente a utilização Lecture-based Learning - LBL<sup>24</sup>.

Esses métodos evidenciam uma abordagem de ensino-aprendizagem centrada no aluno, em que o professor deixa de ser o agente principal do processo, detentor que transmite o conhecimento e o aluno um mero receptor passivo das informações. Os alunos são estimulados a trabalharem em pequenos grupos com problemas do mundo real e o professor passa a ter um papel fundamental de facilitador do processo de ensino-aprendizagem.

Para garantir uma aprendizagem eficiente, os estudantes devem ser encorajados a compreenderem os conceitos básicos, as relações de uma determinada teoria e aprender a usá-los para resolver problemas (LEHTOVUORI et al., 2013). Alguns desafios a serem enfrentados é o de aprender como interagir com os outros, expressar e aceitar críticas, ouvir e entender pontos de vista alternativos, que são também algumas das premissas para os futuros profissionais. Além disso, um grande desafio para as universidades não é fornecer aos alunos um conhecimento profundo, mas ajudá-los a construí-lo através de suas próprias experiências (AKILI, 2011). É neste contexto que o AL surge como uma metodologia baseada na educação centrada no aluno e no desenvolvimento de habilidades, ela é geralmente definida como qualquer tipo de abordagem instrucional (atividade) que envolva os estudantes em sua própria aprendizagem (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; PINHEIRO; SIMÕES, 2012; AKILI, 2011), ao contrário do ensino tradicional em que os estudantes terminam sendo espectadores passivos da informação e o professor é o detentor central e dominante do conhecimento (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; MATVEEV; MILTER, 2010; AKILI, 2011). Dentre as atividades de AL, tem-se a leitura, redação, trabalho em grupo, discussão entre pares, projetos interdisciplinares, seminários, debates, estudos de caso, simulações, etc.

A AL não está exclusivamente focada na transmissão de informações e na aquisição de conhecimento, mas sim na colaboração, socialização, compartilhamento da informação, motivação, prazer pela descoberta e construção do conhecimento.

### 3.1 PRINCIPAIS ABORDAGENS DA AL

Como explicitado anteriormente, pode-se entender por AL toda e qualquer abordagem metodológica de ensino/aprendizagem em que o estudante é agente central do processo, as principais abordagens utilizadas nessa tese são: a PBL, PjBL, CPBL e FC.

Na PBL, o problema é considerado como um ponto de partida do processo de aprendizagem (LUTSENKO, 2018), ou seja, nessa abordagem um novo conceito não deve ser inicialmente construído por meio de sua definição, apresentação de propriedades, seguidos de exercícios como na LBL. Aqui uma nova teoria ou conceito deve ser inicialmente amparado pela resolução de um problema, de preferência contextualizado com a realidade. Um exemplo seria a construção do conceito de derivada

<sup>20</sup> *Inquiry-based Learning* – Aprendizagem Investigativa

<sup>21</sup> *Case-based Learning* – Aprendizagem baseada em casos

<sup>22</sup> *Self-peer Assessments* – Avaliação em pares

<sup>23</sup> *Flipped Classroom* – Sala de aula invertida

<sup>24</sup> *Lecture-based Learning* – Aprendizagem baseada em exposições orais, palestras (Ensino tradicional)

partindo de um problema real envolvendo uma taxa de variação média e instantânea, tal como a velocidade

O PjBL envolve os estudantes em um problema de maior profundidade, onde inúmeros conceitos interdisciplinares precisarão ser utilizados, exigindo deles a produção de um projeto tangível corroborando o seu desenvolvimento e especialização (VOGLER et al., 2018; RODRÍGUEZ et al., 2015). Como exemplo, um projeto interdisciplinar envolvendo a matriz energética de uma fábrica pode ser proposto aos estudantes de uma turma, para que em equipes eles desenvolvam o projeto que poderá envolver relatórios quinzenais, dimensionamento da demanda energética, uso de recursos minerais ou renováveis, etc. Nesse caso, várias disciplinas poderão ser contempladas no projeto, Redação, Estatística, Física, Matemática, Sistemas e Modelagem, Termodinâmica, Climatização, Iluminação, Potenciais Hidráulicos, Gestão Energética e Ambiental, etc.

Apesar de nessa seção haver uma diferenciação entre PBL e PjBL, muitos autores utilizam PBL como Project Based Learning, o que poderia levar a confusões para quem estuda as relações e diferenças entre essas abordagens, como esse não é o propósito do presente estudo, não foi dada relevância para esta questão. Todavia, é importante observar em todas as citações daqui para baixo, envolvendo essas duas abordagens, apenas a sigla PBL foi usada.

O termo CPBL é usado com a mesma função do PBL, porém essa nomenclatura é apenas para diferenciar a PBL individual para o PBL em equipes, é uma forma de enfatizar o aspecto cooperativo da abordagem (VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017). Na CPBL, os estudantes trabalham de forma colaborativa em grupos pequenos e heterogêneos para resolver um problema complexo e aberto. Cada membro do grupo é atribuído a uma tarefa individual, mas o produto final não é simplesmente a soma de partes individuais.

A FC é um método de ensino interativo com uma abordagem centrada no aluno que “vira” a sala de aula tradicional, transferindo a exposição dos conceitos e propriedades para casa e a assimilação de informações para a sala de aula (BERGMANN; SAMS, 2016; MAZUR, 2015; SEERY, 2015; Crouch, C. and Mazur, 2001). Embora o modelo de sala de aula invertida tenha existido por anos, estudos sobre sua eficácia como abordagem pedagógica em nível universitário são relativamente escassos (BAYTIYEH, 2017).

Existe uma mudança na postura do professor que migra de uma abordagem LBL para AL, nessa mudança o papel do professor precisa ser repensado e reconfigurado, dessa forma, a próxima seção discutirá os principais pontos desse desafio.

### 3.2 O PAPEL DO PROFESSOR NA AL

Na AL é tarefa do professor oferecer um ambiente de trabalho rico em situações e problemas contextualizados (WARIN; KOLSKI; SAGAR, 2011) e voltadas para aplicações práticas, além disso ele não será um agente passivo durante o processo de ensino e aprendizagem, conduzirá os estudantes as descobertas das propriedades e regularidades dos conceitos estudados. Na maioria dos casos é dada prioridade a descoberta guiada, aprendizagem colaborativa e projetos interdisciplinares.

Alguns pontos importante a serem observados pelo professor durante a execução de uma proposta voltada a AL são:

- A limitação de tempo para alcance dos objetivos e o planejamento adequado das atividades (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; JUSTO; DELGADO, 2015; SEERY, 2015; AKILI, 2011);
- O acompanhamento constante dos projetos interdisciplinares (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; RODRÍGUEZ et al., 2015; MOURA; Van Hattum-Janssen, 2011);
- Criação de novos materiais (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; SEERY, 2015; LEHTOVUORI et al., 2013);
- A mediação, paralelismo e analogias entre as atividades reais propostas e os conceitos estudados (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; PÉREZ-MARTÍNEZ et al., 2010); e
- A adequação de um ambiente propício para o desenvolvimento das atividades (CHAN; ZHAO; LUK, 2017; WARIN; KOLSKI; SAGAR, 2011).

Os objetivos a serem alcançados irão além da compreensão dos conceitos e aquisição do conhecimento, envolverá o desenvolvimento de HC. Nesse caso, o adequado gerenciamento do tempo será um desafio a mais, as atividades deverão ser cuidadosamente planejadas, pois no ambiente em que os estudantes estão livres para descobrirem conceitos, socializarem o conhecimento e utilizarem mídias eletrônicas, os objetivos da aprendizagem podem acabar se perdendo e a dispersão e falta de concentração podem gerar insegurança.

Nesse caso, a FC pode ser utilizada como estratégia metodológica para otimizar o tempo, os alunos estudam os principais conceitos em casa por meio de vídeo-aula, apostilas, games, etc., deixando o tempo em classe disponível para desenvolver projetos, solucionar problemas e compreender as propriedades estudadas. Nesse caso, o planejamento das atividades em aula precisam estar bem alinhados com os conceitos estudados extraclasse. Observa-se aqui que novos materiais didáticos deverão ser desenvolvidos pelo professor e instituição (vídeo aulas, apostilas, games, blogs, fóruns, wikis, etc.).

Além do gerenciamento do tempo em aula, com o uso da PBL o professor precisará de maior tempo extraclasse para acompanhar o andamento dos projetos, o alcance das metas propostas as equipes e atendimentos aos prazos de forma a orientar, nortear e redirecionar os estudantes aos objetivos propostos.

Ao contrário da LBL que é rotineira (exposição conceitos e propriedades, seguidos de exercícios de fixação), no PBL os estudantes estarão trabalhando em grupos e, provavelmente em atividades diversificadas, haverá situações inovadoras, dúvidas incomuns em que o professor deverá estar sempre preparado para fazer analogias e paralelos entre a situação real proposta e os conceitos estudados. Além de refletir sobre o seu papel como educador, o professor deverá ter a sua carga horária redimensionada e novos instrumentos de avaliação deverão ser propostos para esse tipo de abordagem pedagógica (CONCHADO; CAROT; BAS, 2015).

Apesar de todos esses desafios, Novais, Silva e Muniz Jr. (2017) apresentam algumas potencialidades do uso de AL, citadas pelo grupo de professores amostrados em sua pesquisa: é mais eficiente que a LBL; um ambiente propício a AL atende aos objetivos da aprendizagem; ajuda a desenvolver indivíduos autônomos; os alunos aprendem a trabalhar em problemas reais; o uso das TICs em sala de

aula se assemelha a atividades do mundo real; as atividades extraclasse ajudam a otimizar o tempo em sala de aula; e a discussão em grupo otimiza a solução de problemas reais.

A mudança de postura não fica apenas a cargo do professor, a cultura passiva de receptor da informação, que é cômoda para alguns estudantes deverá ser enfrentada e superada, nesse caso, os papéis dos estudantes com o uso dessa abordagem precisam ser repensados.

### 3.3 O PAPEL DO ESTUDANTE NA AL

Como gestor de sua própria aprendizagem, na AL o estudante deverá assumir responsabilidades que eles não tinham em uma abordagem LBL. Na LBL o estudante de forma passiva, absorve a informação, em muitos casos de forma descompromissada, delegando quase toda a responsabilidade ao professor. A sua responsabilidade fica unicamente estabelecida em estudar e ir bem nas provas. Na AL a carga de responsabilidades acaba se ampliando significativamente, por exemplo:

- No gerenciamento do tempo e aumento da dedicação aos estudos (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; JUSTO; DELGADO, 2015; AKILI, 2011);
- Na socialização, compartilhamento das descobertas e na gestão de conflitos (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; AKILI, 2011);
- No uso efetivo das TICs (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; SEERY, 2015; PINHEIRO; SIMÕES, 2012); e
- No aumento da carga cognitiva (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017; PÉREZ-MARTÍNEZ et al., 2010).

Um grande desafio para o estudante submetido a AL é aprender a gerenciar o tempo. A exposição dos conceitos extraclasse e a assimilação em sala de aula faz com que a carga horária seja ampliada, além disso o compromisso de entrega de relatórios e cumprimento dos prazos exige uma maior planejamento e organização das atividades.

Além disso, a responsabilidade pela aprendizagem passa a ser do próprio indivíduo e de seus pares, a socialização e compartilhamento das descobertas precisam ser incentivadas de modo que a avaliação tenha quesitos individuais e grupais. Aprender de forma autônoma e saber desenvolver os colegas torna-se requisito fundamental nessa proposta.

Essa socialização envolve saber lidar com a diversidade, saber a hora de ouvir e ser ouvido, opinar e receber opiniões alheias, mesmo que contrárias ao seu posicionamento. Saber refletir e fazer análise crítica a conceitos predefinidos. Para isso o poder de negociação e gestão de conflitos é importante.

As atividades em AL, em sua grande maioria, envolvem a análise, pesquisa e tratamento da informação, com isso o acesso e uso efetivo das TICs precisa estar disponibilizado. Isto significa que o ambiente propício para aprendizagem deve oferecer acesso a recursos tecnológicos (computadores, tablets, smartphones, etc.), assim como ferramentas de trabalho (navegadores de internet, planilhas eletrônicas, simuladores, games, editores de texto, apresentação de slides, linguagem de programação,

etc.). Dispor dos meios não significa eficiência na aprendizagem, tanto os professores como os alunos deverão ser capacitados para o uso dessas ferramentas.

Diante de todos esses pontos, a auto regulação e controle emocional tanto de alunos como de professores deverá ser observada de forma que a carga cognitiva não venha causar stress, podendo assim inviabilizar todo o processo.

Apesar de todos esses desafios, Novais, Silva e Muniz Jr. (2017) apresentam algumas potencialidades do uso de AL, citadas pelos estudantes amostrados em sua pesquisa: a prática é constante em sala de aula; tem-se melhor compreensão; é possível desenvolver análise de situações reais; há uma melhor integração e trabalho em equipe; melhor aprendizagem com tecnologias e atividades extraclasse.

Para Conchado, Carot e Bas (2015, p. 849), “Embora atualmente haja um grande número de professores universitários envolvidos em adaptar suas atividades para AL, não há muitos instrumentos disponíveis para avaliar a eficácia dessas experiências na formação de novos conhecimentos e habilidades”. Mesmo diante da falta de instrumentos para avaliar a eficácia no uso da AL para o desenvolvimento de habilidades, muitos autores argumentam sobre a importância dessas abordagens para o desenvolvimento de SS e HS, dessa forma, a próxima seção será dedicada a apresentar as relações entre AL e HC.

### 3.4 AL E O DESENVOLVIMENTO DE HC

A discussão realizada no capítulo 2, mais especificamente nas seções 2.1 e 2.3 descrevem a importância do desenvolvimento de HC no Ensino Superior de forma que, as universidades possam formar cidadãos aptos a compreenderem as relações científicas, acadêmicas, humanas e sociais que norteiam a sociedade, oferecendo as empresas profissionais com amplo conhecimento técnico e munidos de SS. Nesse contexto, dois dos enormes desafios enfrentados pelas universidades são os de:

1. Conseguir desenvolver as SS necessárias à formação profissional; e
2. Possuir instrumentos de avaliação das SS desenvolvidas.

#### 3.4.1 Primeiro desafio, desenvolver as SS

O cerne do primeiro desafio está numa visão consolidada a séculos de que a universidade prepara os indivíduos para o conhecimento teórico científico. Além disso, o currículo da maioria dos cursos, principalmente os de Engenharia, estão sobrecarregados de HS, disciplinas científicas, teóricas e práticas voltadas ao conhecimento técnico específico da área, não havendo muito “espaço” para disciplinas de cunho humano e social. Mesmo que houvesse bastante espaço no currículo das Engenharias, sabe-se que não se pode aprender SS lendo um livro, ou acompanhando slides, ou descrevendo uma definição no quadro negro, ou até mesmo assistindo vídeo aulas. Diante de toda essa problemática, como as universidades poderão desenvolver as SS?

Conchado, Carot e Bas (2015), argumentam que os métodos tradicionais, centrados no professor, foram menos propício ao desenvolvimento das competências em relação aos métodos ativos, centrados no aluno. Deep, Salleh e Othman (2019), colocam que numerosas pesquisas mostram que a LBL

não promove uma compreensão profunda dos conceitos e fundamentos, e a solução seria os cursos baseados em PBL. Yehia e Gunn (2018), destacam que a introdução da AL incentiva o envolvimento do estudante, afastando-o da transmissão da informação e avançando-o para o desenvolvimento de habilidades. Brilingaite, Bukauskas e Juškeviciene (2018) afirmam que, a PBL além de aumentar as competências genéricas (SS) é adequada para o desenvolvimento de competências específicas (HS). Estes argumentos são suportados por Vila, Perez e Morillas (2012, p. 1634), que afirmam que “Os métodos proativos em geral e a aprendizagem baseada em problemas, em particular, foram as práticas mais eficazes em sala de aula no desenvolvimento de competências voltadas a inovação no ambiente de trabalho.”.

Como explicitado anteriormente, SS se aprende na prática, na relação humana, na socialização, na interação entre os indivíduos e no constante *feedback* (CHAI; TAY; LIM, 2015; LAN et al., 2011). Sendo assim, nenhuma alteração significativa precisa ser realizada nos currículos de Engenharia para atender as expectativas das empresas. As SS podem ser aprendidas em paralelo com o ensino de HS, utilizando como metodologia de ensino a AL. Vogler et al. (2018) destaca que o PBL pode ser usado para desenvolver habilidades técnicas juntamente com SS, já Baytiyeh (2017) argumenta que a FC melhora habilidades de raciocínio, trabalho em equipe, resolução de problemas e interação aluno-professor e aluno-aluno. Deep, Salleh e Othman (2019), colocam que uma grande parte dos estudos indica uma melhoria nas várias SS quando se aplica o PBL.

De acordo com a Universidade de Sussex, no Reino Unido, uma parte do processo de aprendizagem pode ser melhorada através do trabalho em equipe, oferecendo uma série de benefícios. Neste contexto, a comunicação oral, a negociação, a liderança e as habilidades interpessoais no trabalho em equipe são os principais ganhos das habilidades transferíveis. Além disso, a colaboração e o compartilhamento de ideias podem ser promovidos entre os alunos por meio do trabalho em equipe, pois o aluno pode se sentir mais disposto a discutir as atividades com os seus colegas (DEEP; SALLEH; OTHMAN, 2019, p. 18).

Esses autores destacam ainda que após terem experimentados situações envolvendo comunicação eficaz, gestão do tempo, colaboração, trabalho em equipe e resolução de problemas, em sessões de PBL na universidade, os egressos estarão mais aptos a enfrentarem esses desafios no local de trabalho. Lutsenko (2018) destaca que, a percepção dos estudantes sobre as várias competências necessárias para um Engenheiro, aumentou com o uso da PBL. O quadro 5, resume as principais habilidades desenvolvidas com o uso de metodologias associadas a AL, dentre elas destaca-se o trabalho em equipe, habilidades sociais, solução de conflitos, solução de problemas, comunicação, autonomia, criatividade, responsabilidade e liderança.

Com base nos argumentos e embasamento dessa seção, pode-se concluir que o primeiro desafio está sendo conquistado pelas universidades com a utilização de abordagens metodológicas associadas a AL. Entretanto, como as universidades, os pesquisadores e professores estão confirmando a incorporação de SS via o uso de AL? Como é possível avaliar o desenvolvimento dessas SS em sessões de AL? Na próxima seção, algumas experiências serão relatadas.



Quadro 5 – Principais habilidades desenvolvidas

Habilidades	Tipo Abordagem	Fonte
Habilidades sociais Solução de conflitos Trabalho em equipe	PBL	Deep, Salleh e Othman (2019)
Trabalho em equipe Liderança Compreensão de conceitos Solução de problemas	AL	Yehia e Gunn (2018)
Aprendizado autodirigido Trabalho em equipe Gerenciamento de projetos	PBL	Lutsenko (2018)
Comunicação Negociação de conflitos Autonomia Liderança Trabalho em equipe HS	PjBL	Vogler et al. (2018)
Aprendizagem autorregulada Solução de problemas Trabalho em equipe Comunicação Prazer Criatividade	FC	Baytiyeh (2017)
Habilidades sociais Trabalho em equipe Gerenciamento de projetos Comunicação	CPBL PjBL	Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017)
Trabalho em Equipe Responsabilidade Planejamento	AL	Bautista (2016)
HS Comunicação Trabalho em equipe Liderança	PjBL	Rodríguez et al. (2015)

Fonte: Produção do próprio autor.

### 3.4.2 Segundo desafio, avaliar a incorporação das SS em sessões de AL

Na seção 2.4 foi discutido as dificuldades em avaliar as SS. A avaliação escrita comumente utilizada para medir HS, não é indicada neste caso. Isto porque avaliar SS envolve uma análise subjetiva do comportamento dos indivíduos. E a autoavaliação, avaliação do professor e avaliação dos pares é indicado como melhor instrumento para este fim. Nessa mesma seção, algumas referências sugerem a autoavaliação, avaliação baseada em cenários, mapas conceituais, testes psicométricos, avaliação dos pares, avaliação do supervisor e, mais efetivamente a avaliação em 360 graus.

Quadro 6 – Principais instrumentos de avaliação de SS

Fonte	Uso de AL	Instrumento	Método
Deep, Salleh e Othman (2019)	Sim	Autoavaliação	Aplicação no início e no final do semestre.
Mulcahy-Dunn et al. (2018)	Não	Auto relatos baseados em cenários	Estudantes da Educação Básica.
Chan, Zhao e Luk (2017)	Não	Autoavaliação	Aplicado em estudantes do 1º ano.
Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017)	Sim	Autoavaliação	Aplicado no final do curso.
García et al. (2016)	Sim	Autoavaliação	Em ambiente virtual de aprendizagem - AVA.
Levant, Coulmont e Sandu (2016)	Sim	Autoavaliação	Aplicação no início e no final do curso.
Conchado, Carot e Bas (2015)	Não	Autoavaliação	Aplicado em egressos.
Rodríguez et al. (2015)	Sim	Autoavaliação	Aplicação no início e no final do curso.
Achcaoucaou et al. (2014)	Não	Autoavaliação	Aplicação no início e no final do curso em AVA.
Chamorro-Premuzic et al. (2010)	Não	Autoavaliação	Aplicado em estudantes.
Pinto, Doucet e Fernández-Ramos (2010)	Não	Mapas Conceituais	Aplicado em estudantes.
Makatsoris (2009)	Não	Autoavaliação	Aplicação no início e no final do semestre em AVA.
Bikfalvi et al. (2007)	Não	Autoavaliação	Aplicação no início e no final do semestre em AVA.
Allen e Van Der Velden (2005)	Não	Autoavaliação	Aplicado em egressos.

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 6, apresenta alguns referenciais que avaliaram HC, destaca se o trabalho se relaciona como uso de AL, indica o instrumento utilizado na avaliação e o método de aplicação. Nele, percebe-se que a autoavaliação é o instrumento mais utilizado, em 85,7% desse referencial (12 de 14). Apesar de ser um instrumento adequado para conhecer a percepção que o indivíduo tem de si próprio (CONCHADO; CAROT; BAS, 2015), alguns estudos citados por Allen e Van Der Velden (2005, p. 8) indicam a avaliação por pares mais precisa que a autoavaliação, além disso destacam a avaliação por supervisor como conjunto mais completo para solicitar aos observadores diretos. De qualquer forma, para esses autores “As vantagens da autoavaliação incluem o fato de ser mais barata, fácil de administrar e flexível, tornando-se viável para aplicação em larga escala em uma variedade de situações.” (ALLEN; VAN

DER VELDEN, 2005, p. 9), já as principais desvantagens estão relacionadas a maior chance de erro de medição.

As principais vantagens de autoavaliação inclui o fato de que ela é relativamente fácil de administrar em amostras grandes, podem ser administradas simultaneamente em diferentes locais, proporcionam respostas que são facilmente quantificáveis e assim analisáveis, são relativamente baratas de produzir e gerenciar, e pode ser aplicada de uma série de maneiras diferentes, tais como entrevistas pessoais ou por telefone, e questionário distribuído por correio normal, correio eletrônico, ou através da internet (ALLEN; VAN DER VELDEN, 2005, p. 11).

Apesar dessas vantagens, no quadro 6 em 66,6% dos casos (8 de 12) em que se usa a autoavaliação ela acontece apenas no início, apenas no fim ou no início e fim do período avaliativo (semestre, ano ou início e fim de todo o curso), o que inviabiliza o *feedback* constante ao estudante. Considerando que o desenvolvimento de SS envolve idas e vindas, erros e acertos, além de *feedback* constante, a avaliação realizada dessa forma inviabiliza o aprimoramento de competências em curtos espaços de tempo.

Ainda observando a autoavaliação no quadro 6, observa-se que em 33,3% (4 de 12) dos casos usa-se o Ambiente de Aprendizagem Virtual (AVA). Em especial, no caso de García et al. (2016), os autores destacam que a ferramenta utilizada por eles para avaliar as SS (Evalsoft<sup>25</sup>), disponibiliza instrumentos de autoavaliação, avaliação de pares e supervisor, todavia eles usaram apenas a autoavaliação, onde os itens eram mensurados numa escala de 1 a 10. Um problema no uso desse tipo de ferramenta, é que os estudantes precisam estar estudando no ambiente AVA, ou seja, as atividades precisam estar sendo realizada no Ambiente Virtual de Aprendizagem, o que acaba limitando o uso dessa ferramenta.

Por fim, em dois casos os indivíduos são avaliados após formados, ou seja, já profissionais na área de formação, são submetidos a autoavaliação de competências, o que inviabiliza qualquer *feedback* para desenvolvimento prévio. Conchado, Carot e Bas (2015, p. 842) destaca que “Existe uma necessidade de desenvolver instrumentos validados para medição de competências genéricas de modo que eles possam ser usados para fins de avaliações comuns em estudos transversais”.

O efetivo processo de avaliação formativa dos estudantes depende do *feedback* constante dos seus níveis de aprendizagem (CHAI; TAY; LIM, 2015; LAN et al., 2011), porém garantir esse *feedback* no âmbito das SS em sessões de AL não é uma tarefa fácil. Acredita-se assim como Shuman, Besterfield-Sacre e McGourty (2005) e Verbic, Keerthisinghe e Chapman (2017) que a avaliação em 360 graus é o instrumento mais fidedigno para alcançar uma avaliação fidedigna do estudante. Entretanto tem-se dois problemas para garantir a eficiência de tal instrumento:

1. Os estudantes e professores precisam possuir um instrumento de autoavaliação, avaliação em pares e avaliação de supervisor viável do ponto de vista prático, isto é, que seja possível utilizar ao término de todas as sessões de AL independente do ambiente de aprendizagem, e que forneça *feedback* constante do desenvolvimento das SS; e

<sup>25</sup> Evalsoft é um sistema baseado na abordagem de aprendizado mista, que combina a dinâmica de jogos e dramatizações com estratégias de aprendizado colaborativas e baseadas em problemas. O sistema permite aprendizado, acompanhamento e avaliação de competências genéricas em um ambiente profissional virtual (GARCÍA et al., 2016)

2. Estudantes e professores, não possuem expertise necessária para avaliar o desenvolvimento de SS. As SS precisam ser avaliada por um especialista em análise comportamental (psicólogo, psicopedagogo ou pedagogo).

Diante a esses problemas, um Sistema Especialista (SE), ferramenta relacionada a teoria de Inteligência Artificial (IA), pode ser utilizada para minimizar as dificuldades apresentadas. Isto por que, um SE simula a expertise humana para tomar determinada decisão. A próxima seção focará na conceitualização de um SE em especial no seu uso para tomada de decisão.

De acordo com o que foi apresentado nesse capítulo, ratifica-se a importância de desenvolver um instrumento avaliativo como a capacidade de mensurar as SS adquiridas em sessões de AL. Resumindo o contexto discutido aqui, pode-se destacar que:

- A AL é uma metodologia de ensino e aprendizagem com base na corrente teórica Construtivista que coloca o estudante como agente principal no processo de aprendizagem;
- Professores e estudante precisam repensar as formas culturalmente enraizadas de ensinar e aprender. Em AL novos papéis a ambos atores serão propostos;
- Por envolver práticas de socialização, trabalho em equipe, gestão de conflitos, solução de problemas reais, planejamento, etc., o desenvolvimento de SS juntamente com as HS pode ser potencializado em sessões de AL;
- Várias habilidades relacionadas as SS podem ser desenvolvidas com o uso da AL, todavia o *feedback* constante é fundamental para a garantir o efetivo do processo de avaliação formativa dos estudantes;
- Embora alguns instrumentos já tenham sido propostos para avaliar as SS, todos recaem em alguma limitação: uso em apenas um determinado ambiente de aprendizagem, falha no *feedback* constante, uso apenas da autoavaliação e avaliação após conclusão do curso; e
- O uso de um SE pode simular a expertise de psicólogos, ou pedagogos e/ou psicopedagogos para tomar decisões relativa a avaliação de SS de estudantes de Engenharia.

## 4 SISTEMAS ESPECIALISTAS

A IA começou a ganhar parâmetros de área científica a partir da década de 1960 (MATELLI, 2008), principalmente com a necessidade de sistemas computacionais que tomam decisões por seres humanos. Por muitos anos, várias pessoas examinaram o cérebro humano a fim de tentar modelá-lo e simulá-lo cientificamente (OZDEMIR; TEKIN, 2016), daí tem-se o início ao estudo da teoria de IA. Para Shapiro<sup>26</sup> (SHAPIRO, 1991 apud OZDEMIR; TEKIN, 2016, p. 290), a “IA é um ramo da eletrônica e da ciência da computação que lida com a imitação de comportamentos dos sistemas inteligentes”. Dentre as principais técnicas de IA tem-se (LIN; GUO; LIN, 2016):

- Sistemas Especialistas;
- Redes Neurais;
- Algoritmos Genéticos;
- Lógica Fuzzy;
- Algoritmos de mineração de dados.

Um Sistema Especialista simula a expertise humana objetivando a tomada de decisão, “Nessa técnica, o conhecimento humano altamente especializado é adquirido e representado de tal modo que seja possível manipulá-lo computacionalmente, reproduzindo o raciocínio do especialista.” (MATELLI, 2008, p. 8). Em situações em que a decisão precisa ser tomada por um especialista, porém há uma grande quantidade de informações para ser analisadas e processadas em um curto espaço de tempo (OZDEMIR; TEKIN, 2016), a IA dispõe de técnicas envolvendo SE para tomar a decisão. Num SE ao conhecimento específico para executar determinada tarefa é transferida de um ser humano para um computador (LIAO, 2005) e o sistema deve ser capaz de explicar o conhecimento por trás do raciocínio humano que ele executa (GREGOR; BENBASAT, 1999).

Conforme discutido nos capítulos 2 e 3, para o desenvolvimento pleno das SS, as universidades, pesquisadores e professores precisam dispor de um instrumento que avalie e forneça *feedback* constante sobre a incorporação dessas competências nos estudantes. Todavia, por conta da complexidade e subjetividade da avaliação de SS, para garantir a mensuração destas componentes, necessitaria da presença de um especialista em análise comportamental em todas as aulas de todas as turmas. Dessa forma, foi proposto um sistema especialista *Fuzzy* com expertise de psicólogo que visa auxiliar professores, pesquisadores e instituições de ensino a avaliar o nível de incorporação das *Soft Skills* de seus estudantes em sessões de *Active Learning*. Por meio deste SE professores, universidades e pesquisadores poderão conhecer o nível de incorporação das SS de seus estudantes.

<sup>26</sup> Shapiro, S. **Foundations without foundationalism: a case for second-order logic.** Oxford: Clarendon Press, 1991 apud OZDEMIR, Oguzhan; TEKIN, Ahmet. **Evaluation of the presentation skills of the pre-service teachers via fuzzy logic.** Computers in Human Behavior, v. 61, p. 288-299, 2016.

Para se obter um panorama dos conceitos envolvendo um SE, a próxima seção discutirá as etapas de construção, os mecanismos de inferência, o processo de validação, assim como a LF, lógica matemática utilizada nesta tese para inferência dos dados coletados.

#### 4.1 CONCEITOS E ETAPAS DE CONSTRUÇÃO E UM SE

Buccieri (2018) destaca que o conhecimento humano é de natureza heurística, diferentemente da natureza algorítmica proposta pela maioria dos sistemas computacionais. No algoritmo, uma determinada solução pode ser encontrada a partir de uma sequência sistemática e finita de passos, já na abordagem heurística, as soluções podem ser encontradas de forma mais rápida, com um grande grau de precisão, pois nesse caso “atalhos” podem ser tomados em virtude da expertise adquirida ao longo tempo.

Heurísticas são atalhos mentais construídos a partir de anos de experiência, aprendizagem ou com problemas semelhantes resolvidos com sucesso ou com tentativas fracassadas de resolver um problema semelhante. O desempenho de um ser humano na realização das suas atividades diárias está relacionado ao uso hábil de uma enorme quantidade de experiências do dia a dia. O aprendizado a partir das experiências acontece de forma bastante inconsciente. O conhecimento adquirido por meio dessas experiências é armazenado para ser utilizado em uma nova situação, quando forem relevantes (BUCCIERI, 2018, p. 35).

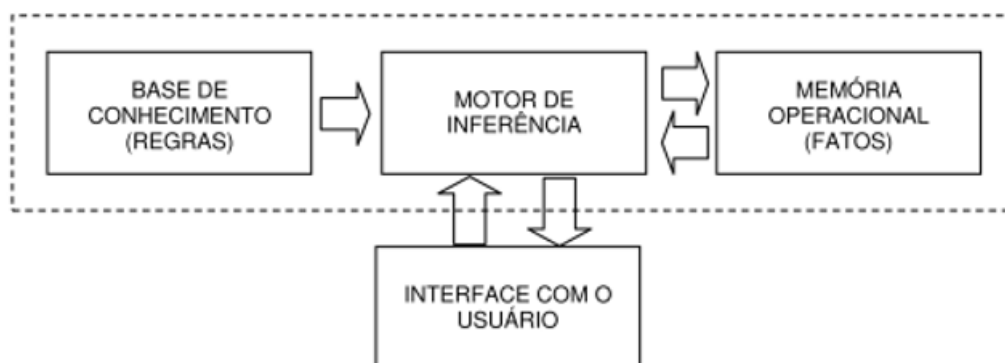
As regras heurísticas representam o suporte principal de um SE, é exatamente esse tipo de conhecimento que é buscado em um Especialista. Dois atores são de fundamental importância no desenvolvimento de um SE: o Especialista e o Engenheiro de Conhecimento.

O **Especialista** é o indivíduo que possui o conhecimento heurístico sobre determinado problema, adquirido ao longo do tempo por inúmeras experiências com o tema, o que lhe confere habilidades para identificar rapidamente a solução. O **Engenheiro de Conhecimento - EC**, assim como o engenheiro de software (MATELLI, 2008) é o responsável pelo desenvolvimento do sistema, porém com atribuições que vão além da engenharia de software, tais como: a aquisição do conhecimento junto ao especialista, representação do conhecimento (através de regras), a implementação, verificação e validação do modelo. O conjunto dessas atribuições no desenvolvimento do SE é denominada de **Engenharia do Conhecimento**.

O desenvolvimento de SBC's<sup>27</sup> é muito diferente do de programas convencionais. Enquanto os requisitos dos últimos são bem definidos, não é esse o caso de SBC's, pois o conhecimento de um especialista humano é difícil de definir e ainda mais difícil de explicitar. É, portanto, incumbência do responsável pelo desenvolvimento do SBC's manter contato estreito com o(s) especialista(s) ao longo do processo. É justamente esse contato constante que distingue o desenvolvimento de SBC's e programas convencionais. Isso implica que o pessoal envolvido no desenvolvimento de SBC's deve possuir habilidades ou qualidades que transcendem (mas não excluem) o puro conhecimento de programação, tais como facilidade de relacionamento, articulação, paciência, entre outras (MATELLI, 2008, p. 18).

Os principais elementos de um SE são: base de conhecimento, motor de inferência, memória operacional, módulo de geração de explicação (opcional), módulo de aquisição do conhecimento (opcional) e interface com o usuário. A figura 3 apresenta a relação entre os elementos obrigatórios em um SE e a interface com o usuário.

Figura 3 – Elementos básicos de um SE



Fonte: Matelli (2008).

- Base de conhecimento (ou Base de Regras): correspondente à memória de longo prazo do sistema, que contém as regras que representam o conhecimento heurístico de especialistas humanos em um domínio específico;
- Motor de inferência: executa inferências a partir de fatos informados pelo usuário, ou seja, decide quais as regras são correspondidas pelos fatos, prioriza as regras casadas e executa a regra com a maior prioridade, até se obter uma solução. O motor de inferência é o elemento que emula<sup>28</sup> o raciocínio de um SE;
- Memória operacional: correspondente à memória de curto prazo do sistema, é uma base de dados global sobre quais fatos utilizados pelas regras são registrados ou removidos;
- Módulo de geração de explicação: este é um elemento opcional que acompanha o raciocínio realizado pelo motor de inferência, a fim de fornecer explicações e justificativas das decisões tomadas pelo SE;
- Módulo de aquisição de conhecimento: também opcional, é um mecanismo automático para atualizar a base com novos conhecimentos. Seu uso é restrito a domínios que exigem uma representação de conhecimento simples o suficiente para dispensar uma validação formal; e
- Interface com o usuário: é o ambiente de comunicação entre o usuário e o sistema (BUCCIARI, 2018, p. 37).

Por envolver o contato estreito entre o especialista e o EC, umas das tarefas mais importantes é o desenvolvimento da memória a longo prazo (Base do Conhecimento), que envolve a aquisição e a representação do conhecimento (por meio de regras), as duas próximas seções darão destaque especial a essas etapas.

<sup>27</sup> A autor utiliza a sigla SBC's para representar Sistemas Baseados em Conhecimento que seria, hierarquicamente, a teoria que suporta os SE's (Sistemas Especialistas), todavia nessa tese SE's será usado como sinônimo de SBC's.

<sup>28</sup> Emula: o termo "emulação" tem significado mais amplo que o termo "simulação", que é relacionado com atuação em tempo real em uma necessidade específica (BUCCIARI, 2018).

### 4.1.1 Aquisição do Conhecimento

Para iniciar o desenvolvimento da memória a longo prazo do SE, o EC precisará obter do especialista as suas expertises, para isso alguns métodos são sugeridos: abordagem direta, abordagem observacional, a abordagem indireta e o processamento de documentos (BUCCIERI, 2018).

Na abordagem direta, o EC interage diretamente com o especialista por meio de entrevistas (não estruturadas, semiestruturadas ou estruturadas) ou questionários, obtendo o conhecimento e a justificativa necessária para solucionar um problema. As entrevistas não estruturadas, apesar de possuir tópicos relacionados ao tema (para não haver perda de objetivos), não possui perguntas pré-definidas (abertas ou fechadas), a entrevistas transcorre em torno do problema podendo abrir caminhos para diversas ponderações, dando maior liberdade de questionamentos. Já as entrevistas estruturadas, são orientadas por objetivo, os participantes sintetizam seus conhecimentos em relação a uma tarefa específica (BUCCIERI, 2018). Aqui há uma menor flexibilidade no desenvolvimento das questões, todavia não há perda de foco e objetivos durante a sessão. Por fim as entrevistas semiestruturadas envolve um conjunto de técnicas não estruturadas junto com as estruturadas, fornecendo ao EC a capacidade de obter maior liberdade e flexibilidade nas colocações do especialista sem a perda de objetividade.

Na abordagem observacional, o EC observa o trabalho do especialista in loco, podendo solicitar explicações a cerca de uma decisão tomada. O desconforto em transmitir o conhecimento por estar sendo observado, pode ser uma das principais desvantagens dessa abordagem. Entretanto, a possibilidade de registrar visualmente e literalmente a decisão tomada pelo especialista, no momento exato em que surge o problema, confere a essa abordagem uma boa forma aquisição do conhecimento.

Na abordagem indireta o conhecimento é adquirido de forma discreta, ou seja, em conversas informais com o especialista o conhecimento estará sendo registrado sem que ele perceba. “Eficaz e fácil de disfarçar, a abordagem direta pode ser aplicada sem levantar suspeitas de que os conhecimentos específicos estão sendo levantados” (BUCCIERI, 2018).

Por fim, a abordagem por meio do processamento de documentos, envolve a análise de relatórios técnicos, livros, artigos, etc., que apesar de ser muito confiável, acaba sendo desgastante por envolver o consumo de muito tempo para reunir os documentos, interpretá-los e processá-los.

### 4.1.2 Representação do Conhecimento

Após a aquisição do conhecimento, há a necessidade de sua representação no SE, geralmente a técnica mais utilizada é a construção de regras. As regras são estruturas do tipo Se A então B, em que A (chamado de premissa ou antecedente) é uma condição que testa o valor verdade de um conjunto de fatos (MATELLI, 2008), já B (chamado de ação, conclusão ou consequente) é o fato retornado caso o valor da condição A seja verdadeira, nesse caso a regra Se A então B infere o valor do fato B. Veja a expressão (1) como exemplo:

$$\text{Se Motivação} = \text{ALTA e Responsabilidade} = \text{BAIXA então Compromisso} = \text{MÉDIO} \quad (1)$$

Nesse exemplo, supondo que um indivíduo possua Motivação classificada por seus pares com



ALTA e Responsabilidade BAIXA, o sistema inferirá que o seu Compromisso é MÉDIO.

É importante destacar que fatos derivados de regras anteriores podem ser utilizados para gerarem novas condições em outras regras, veja por exemplo a expressão (2):

$$\text{Se Compromisso} = \text{MÉDIO e Organização} = \text{BAIXA} \text{ então Planejamento} = \text{BAIXO} \quad (2)$$

Aqui o fato do Compromisso ser MÉDIO, não foi classificado pelos colegas, mas sim um fato inferido na expressão (1), já a Organização BAIXA pode ter sido classificada pelos pares, a conjunção desses dois fatos faz com que a expressão (2) infira o fato Planejamento BAIXO.

O encadeamento ocorre até que uma decisão seja concluída, assim a resolução de problemas utilizando um SE consiste em criar uma série de inferências utilizando regras de forma que a conclusão do problema seja alcançada (MATELLI, 2008).

A lógica clássica, ou seja, Booleana é utilizada por grande parte dos SE's para inferir sobre determinado problema. Nessa lógica a condição binária de pertencer ou não a um conjunto é utilizada. Por exemplo, as regras (3), (4), (5) e (6) inferem fatos sobre o grau de estatura de indivíduos:

$$\text{Se Estatura} < 170 \text{ cm} \text{ então Estatura} = \text{Baixa} \quad (3)$$

$$\text{Se } 170 \leq \text{Estatura} < 180 \text{ cm} \text{ então Estatura} = \text{Média} \quad (4)$$

$$\text{Se } 180 \leq \text{Estatura} < 190 \text{ cm} \text{ então Estatura} = \text{Alta} \quad (5)$$

$$\text{Se Estatura} \geq 190 \text{ cm} \text{ então Estatura} = \text{Muito Alta} \quad (6)$$

Um indivíduo com 170 cm de altura pertence ao conjunto Estatura Média, fato inferido na regra (4), já um indivíduo com 169 cm de altura pertence ao ao conjunto Estatura Baixa, fato inferido na regra (3), apenas 1 cm foi suficiente para classificar os indivíduos em grupos diferentes. Na lógica Booleana o grau de pertinência de um elemento num conjunto é 0 (não pertence) ou 1 (pertence), ou seja, a condição binária 0 ou 1 está intrinsecamente definida nessa teoria.

Porém é muito comum nesses casos, um especialista humano tomar a decisão de forma mais flexível, “difusa”, ou seja, com um maior grau de incerteza, classificando o indivíduo em dois ou mais conjuntos de pertinência. Por exemplo, tomando um grau de incerteza maior, pode-se dizer que o indivíduo com 170 cm não tem exclusivamente estatura Baixa nem Média, ele tem pertinência de 40% no conjunto Estatura Baixa e 60% de pertinência no conjunto Estatura Média. Isto é, ele não é totalmente baixo e nem totalmente médio, tem um pouco de cada conjunto. A lógica Booleana não possui instrumentos para inferir regras nessas condições, não havendo meios de avaliar a incerteza e imprecisão da subjetividade humana. Para solucionar essa questão uma opção é a Lógica Fuzzy (LF), nela os conjuntos de pertinência podem se mesclar de forma que, por exemplo, um elemento pertença “moderadamente” a um conjunto e “fortemente” a outro conjunto (NOVAK; ORESKI, 2016).

Pela subjetividade das decisões envolvendo o comportamento humano, a LF tem oferecido melhores

resultados no desenvolvimento de SE's (AISSAOUI et al., 2019; LIN; GUO; LIN, 2016; SAIDO et al., 2018) do que os sistemas baseados em lógica Booleana. Como nessa tese há o interesse avaliar as competência de estudantes por meio da análise comportamental em sessões de AL, acredita-se que um SE baseado em LF oferecerá conclusões mais próximas a de um especialista humano.

### 4.1.3 Implementação por meio da LF

A LF, proposta por Zadeh (1965), é geralmente escolhida para realizar inferências em situações problemas em que é necessário um grau de incerteza e imprecisão (GOMATHI; RAJAMANI, 2017; KHALID; YUSOF; XIANG, 2016; OZDEMIR; TEKIN, 2016; DIAS; DINIZ, 2013). Essa lógica “[...] é usada em computadores para tomar decisões baseadas em quantidades imprecisas em um processo similar no cérebro humano.” (SAIDO et al., 2018, p. 853). Além disso, o uso de variáveis linguísticas (SAIDO et al., 2018; KHALID; YUSOF; XIANG, 2016; DIAS; DINIZ, 2013) é um dos atributos da LF, o que facilita a compreensão dos resultados por usuários menos propícios a interpretar variáveis numéricas.

De forma bem superficial, pode-se dizer que na LF o conhecimento do especialista é representado por meio de regras linguísticas da forma Se A então B, que é transformado em nível analítico usando a teoria dos conjuntos Fuzzy, permitindo uma ambiguidade na linguagem natural. Nesse caso, o par de números 0, 1 da Lógica Booleana (em que zero significa não pertence e 1 pertence) é generalizado para os números infinitos no intervalo  $[0, 1]$  e uma função, chamada de função de pertinência, mapeia todos os elementos do universo de discurso para números no intervalo  $[0, 1]$ , denominados números Fuzzy (em que zero significa não pertence, 1 significa pertence totalmente e qualquer outro número nesse intervalo indica pertinência parcial) (DIAS; DINIZ, 2013).

Por envolver decisões de caráter humano e social, na área de educação, a maioria dos problemas envolvem um alto grau de incerteza, imprecisão e subjetividade, nesse caso, alguns EC que pesquisam nessa área optam pela LF para desenvolverem seus SE's. “Nos últimos anos, a aplicação da lógica difusa tem sido gradualmente aceita como uma ferramenta de tomada de decisão na avaliação de desempenho das instituições acadêmicas ou instituto de ensino superior.” (KHALID; YUSOF; XIANG, 2016, p. 2).

O quadro 7 apresenta alguns problemas das área de educação que usam SE's de inferência Fuzzy. Nele quatro artigos focam na avaliação de dificuldades dos estudantes para sugestão de estratégias de aprendizagem (GOMATHI; RAJAMANI, 2017; LIN; GUO; LIN, 2016; NOVAK; ORESKI, 2016; MACHADO et al., 2016), quatro focam na avaliação de habilidades cognitivas (SAIDO et al., 2018; CHRYSAFIADI; VIRVOU, 2015; YILDIZ; BAL; GULSECEN, 2015; DIAS; DINIZ, 2013), três focam na avaliação de estilos de aprendizagem (AISSAOUI et al., 2019; ALIAN; SHAOUT, 2017; OZDEMIR et al., 2016), um determina uma nota geral para o estudante com base em seus resultados acadêmicos de SS e HS (KHALID; YUSOF; XIANG, 2016) e, por fim, dois avaliam as SS comunicação (OZDEMIR; TEKIN, 2016) e criatividade (SUSNEA; VASILIU, 2016). A proposta do FSSA visa preencher a lacuna de avaliar SS usando a LF.

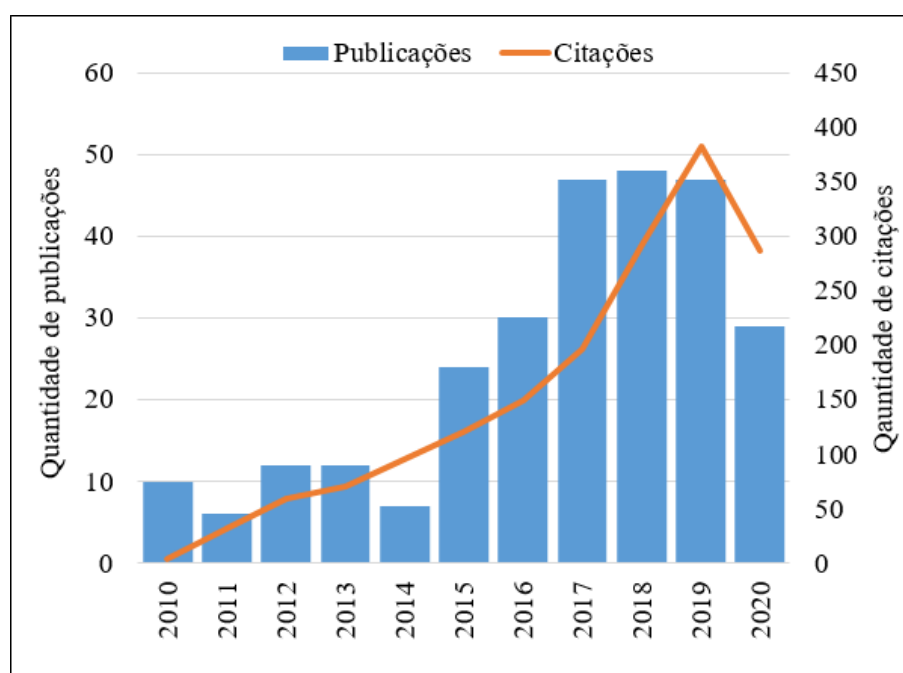
Quadro 7 – SE's com LF na área de Educação

Problemas em Educação	Fonte
Avaliação de estilos de aprendizagem	Aissaoui et al. (2019)
Avaliação do Pensamento Ordem Superior	Saido et al. (2018)
Avaliação de estilos de aprendizagem em <i>E-Learning</i>	Alian e Shaout (2017)
Avaliar habilidades individuais em <i>E-Learning</i>	Gomathi e Rajamani (2017)
Sistema de aprendizagem corretiva	Lin, Guo e Lin (2016)
Seleção de estudante modelo	Khalid, Yusof e Xiang (2016)
Avaliar apresentações orais	Ozdemir e Tekin (2016)
Avaliar dificuldades no curso e sugerir estratégias de aprendizagem	Novak e Oreski (2016)
Sistema de tutoria	Machado et al. (2016)
Avaliação de estilos de aprendizagem	Ozdemir et al. (2016)
Avaliação da criatividade	Susnea e Vasiliu (2016)
Avaliar o nível de conhecimento de um aluno	Chrysafiadi e Virvou (2015)
Previsão do desempenho acadêmico	Yildiz, Bal e Gulsecen (2015)
Avaliar a qualidade da aprendizagem <i>B-Learning</i>	Dias e Diniz (2013)

Fonte: Produção do próprio autor.

Uma rápida pesquisa<sup>29</sup> na WoS, nos trabalhos dos últimos 10 anos que usam a LF na categoria *Education Educational Research*, revela um total de 272 artigos, com 1.685 citações, ver figura 4. Nele observa-se que, ao longo dos anos, tanto o número de publicações quanto o de citações, houve aumento no interesse acadêmico por pesquisas envolvendo LF e Educação.

Figura 4 – Publicações envolvendo LF e Educação

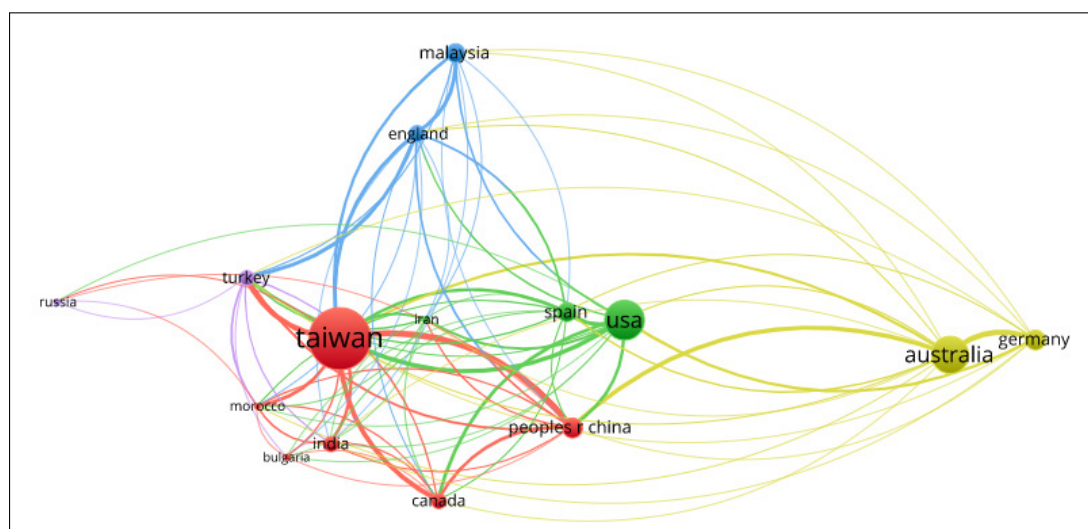


Fonte: Produção do próprio autor.

<sup>29</sup> Pesquisa realizada em 29/09/2020 às 21 horas e 43 minutos.

Já a figura 5, analisando o referencial bibliográfico dos 272 artigos usando VOSviewer<sup>30</sup>, tomando uma análise de Bibliografia Acoplada, com um mínimo de 5 documentos publicados por País como unidade de análise, percebe-se que apenas 15 países (Alemanha, Austrália, Bulgária, Canadá, China, Espanha, EUA, Índia, Inglaterra, Iran, Malásia, Marrocos, Rússia, Taiwan e Turquia) possuem mais de 5 documentos publicados, dando destaque para China, Taiwan e EUA, com 43, 41 e 31 publicações respectivamente. A força dos itens, indicado pelo diâmetro dos círculos coloca em destaque Taiwan, EUA e Austrália com, 549, 275 e 238 citações respectivamente.

Figura 5 – Mapa de citações LF e Educação



Fonte: Produção do próprio autor.

Com o aumento do interesse da comunidade científica nas pesquisas envolvendo LF e Educação, existe a necessidade de aprofundamento teórico nos conceitos e propriedades da LF, dessa forma, na próxima seção será dado destaque à teoria do conjunto Fuzzy.

#### 4.1.3.1 Conceitos da LF

Para uma compreensão razoável da operacionalidade da LF, alguns conceitos e nomenclaturas precisam ser claramente definidos e exemplificados. Os principais termos são:

- Regras Fuzzy;
- Funções de pertinência;
- Universo de discurso;
- Fuzzyficação;
- Motor de inferência;
- Desfuzzyficação.

<sup>30</sup> É um software para a construção de mapas e redes bibliométricas. Todos os mapas apresentados nesta tese utilizaram o VOSviewer. Mais informações ver Van Eck e Waltman (2013) e Van Eck e Waltman (2009).

Não há nenhuma diferença entre as regras Fuzzy e as regras explicitadas na seção 4.1.2, são regras do tipo Se A então B, em que B (antecedente) será inferido caso a condição A (consequente) assume o valor de verdadeiro.

A função de pertinência indicará o grau de associação que um valor de entrada estará contido em um determinado conjunto. E o universo de discurso é o conjunto de todos os valores de entrada que podem assumir como domínio da função de pertinência. Suponha que, em determinada situação, o valor de entrada seja a Estatura de um indivíduo adulto do sexo masculino. Como exemplo, pode-se descrever os seguintes parâmetros:

$$\text{Universo de discurso: } 130 \text{ cm} \leq \text{Estatura } (x) < 230 \text{ cm} \quad (7)$$

Funções de Pertinência:

$$\text{Estatura Baixa: } \mu_B(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x < 160 \\ \frac{175 - x}{15}, & \text{se } 160 \leq x < 175 \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{Estatura Média: } \mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x - 160}{15}, & \text{se } 160 \leq x < 175 \\ \frac{190 - x}{15}, & \text{se } 175 \leq x < 190 \end{cases} \quad (9)$$

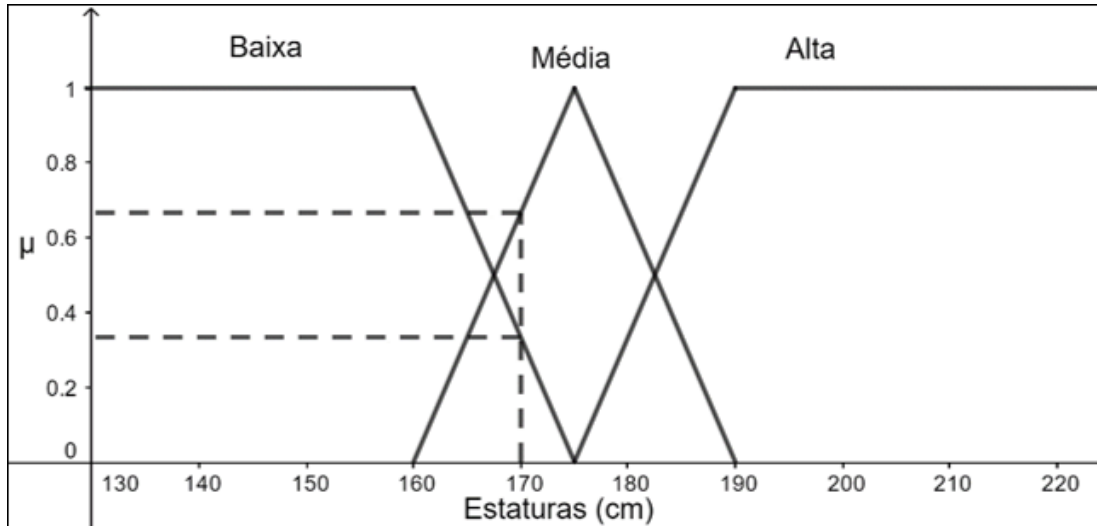
$$\text{Estatura Alta: } \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x - 175}{15}, & \text{se } 175 \leq x < 190 \\ 1, & \text{se } x \geq 220 \end{cases} \quad (10)$$

Os gráficos gerados pelas funções (8), (9) e (10) estão representados na figura 6. Observe que, o universo de discurso são todos os valores do domínio das funções, caso o valor de entrada  $x$  seja igual a 170 cm, a função de pertinência Baixa determina associação 0,33... e a função de pertinência Média determina associação 0,66..., pode-se dizer nesse caso que a pessoa com estatura 170 cm é aproximadamente 33,3% Baixa e 66,6% Média. Vale destacar que, as funções  $\mu_B(x)$  e  $\mu_A(x)$  são trapezoidais e a função  $\mu_M(x)$  é triangular, essas são as funções mais utilizadas em SE's com LF (LIN; GUO; LIN, 2016). Esse processo de entrada do valor  $x$  (*crisp*), associando-o a um grau de associação é denominado de Fuzzyficação.

Um conjunto Fuzzy  $K$  geralmente é representado por  $K = \{(x, \mu_K(x)) \mid x \in X\}$ , em que  $x$  é o valor de entrada denotado por *crisp*,  $\mu_K(x)$  é o grau de pertinência ou associação do valor de  $x$  (Fuzzyficação) e  $X$  é o universo de discurso. Todas as operações e propriedades entre conjuntos (complementaridade, igualdade, união, interseção, produto algébrico, soma algébrica, diferença algébrica, etc.) estão bem definidas nos conjuntos Fuzzy, entretanto esse nível de detalhamento não foi discutido nessa tese, para maiores detalhes ver Zadeh (1965) e/ou Tsoukalas e Uhrig (1996).

O Motor de Inferência Fuzzy possui duas estratégias, o tipo Sugeno e o tipo Mamdani. O método

Figura 6 – Funções de pertinência

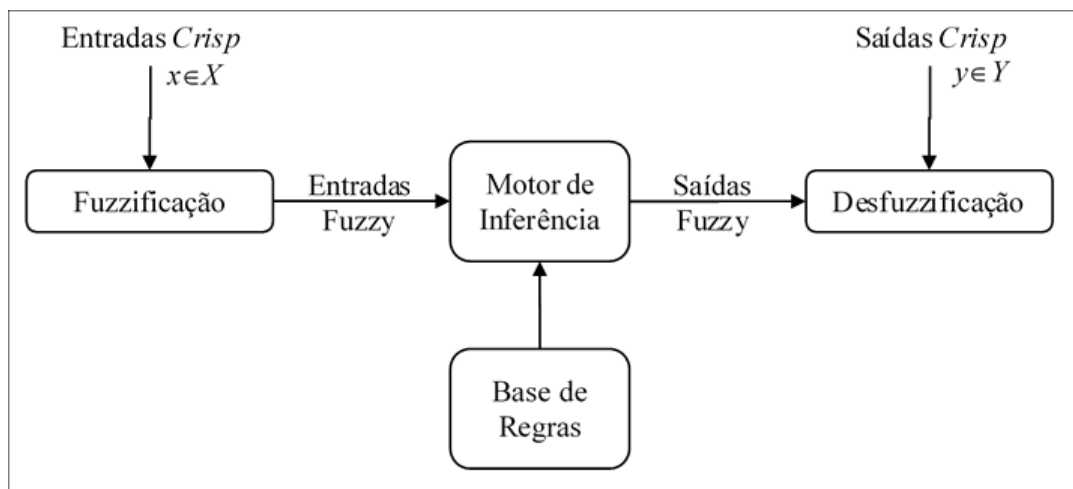


Fonte: Produção do próprio autor.

Sugeno é mais adequado para análise matemática (OZDEMIR; TEKIN, 2016), já o Mamdani além de ser mais popular (NOVAK; ORESKI, 2016; OZDEMIR; TEKIN, 2016), é mais adequado para análises envolvendo o comportamento humano (OZDEMIR; TEKIN, 2016), esse último consiste em três etapas fundamentais, ver figura 7:

- Na primeira, os valores de entrada *crisp*, pertencente ao universo de discurso  $X$ , passam pelo processo de Fuzzificação;
- As entradas Fuzzificadas passam pelo Motor de Inferência (Mamdani) associado a base de regras gerando saídas Fuzzy; e
- As saídas Fuzzy passam pelo processo de Desfuzzificação, resultando em saídas *crisp*.

Figura 7 – Processo de inferência Mamdani



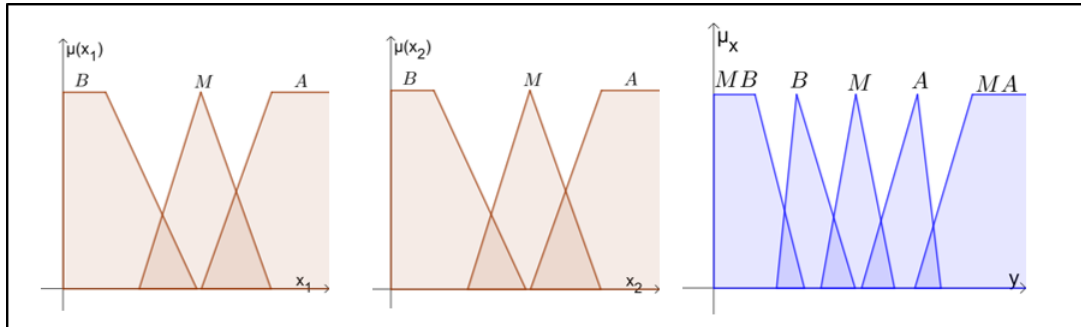
Fonte: Produção do próprio autor.

O Motor de Inferência é o bloco central do sistema Fuzzy nele, a estratégia de inferência Mamdani, mais conhecida como método min-max é aplicado nas entradas Fuzzy. As principais operações aplica-

das a dois conjuntos A e B, em que ambos estão contidos em X são definidas assim (TSOUKALAS; UHRIG, 1996):

- União:  $\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), x \in X$
- Interseção:  $\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), x \in X$

Figura 8 – Funções de pertinência das variáveis de entrada  $x_1$  e  $x_2$ ; e funções da variável de saída  $y$



Fonte: Produção do próprio autor.

Exemplificando todas as três etapas desse processo, suponha que um SE com LF possua duas entradas *crisp*  $x_1$  e  $x_2$  pertencentes ao universo de discurso  $X$  e uma saída *crisp*  $y \in Y$ . Suponha ainda que, tanto para a variável  $x_1$ , quanto para a variável  $x_2$ , as funções de pertinência sejam denotadas linguisticamente por B (Baixo), M (Médio) e A (Alto); e as funções da variável de saída sejam denotadas por MB (Muito Baixo), B (Baixo), M (Médio), A (Alto) e MA (Muito Alto) ver figura 8.

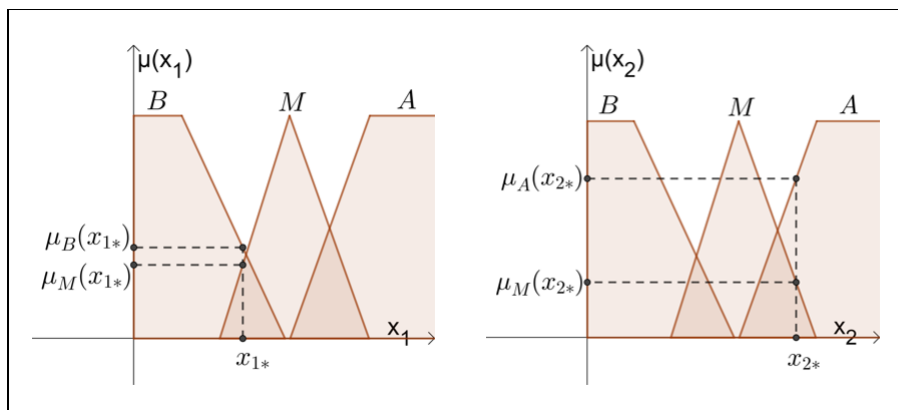
Quadro 8 – Base de regras

Se $x_1=B$ e $x_2=B$ então $y=MB$ .	Se $x_1=M$ e $x_2=B$ então $y=B$ .	Se $x_1=A$ e $x_2=B$ então $y=M$ .
<b>Se <math>x_1=B</math> e <math>x_2=M</math> então <math>y=B</math>.</b>	<b>Se <math>x_1=M</math> e <math>x_2=M</math> então <math>y=M</math>.</b>	Se $x_1=A$ e $x_2=M$ então $y=A$ .
<b>Se <math>x_1=B</math> e <math>x_2=A</math> então <math>y=M</math>.</b>	<b>Se <math>x_1=M</math> e <math>x_2=A</math> então <math>y=A</math>.</b>	Se $x_1=A$ e $x_2=A$ então $y=MA$ .

Fonte: Produção do próprio autor.

Nesse caso, considerando a interseção entre conjuntos, há a necessidade de criação de nove regras para compor a Base de Regras do SE, ver quadro 8.

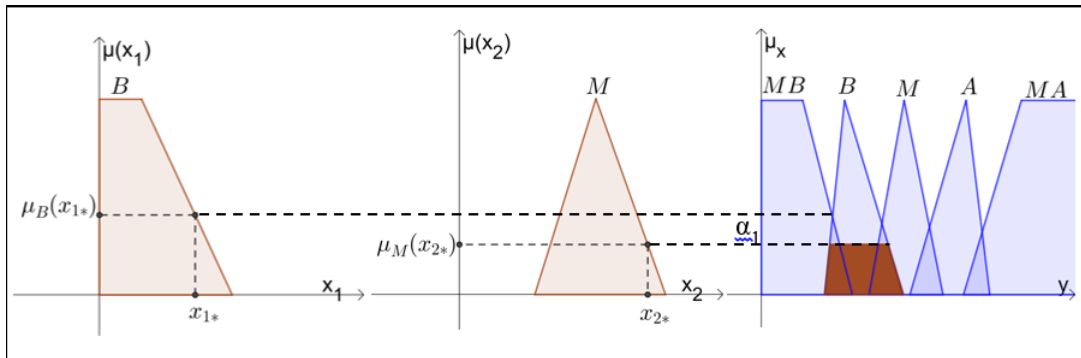
Figura 9 – Valores assumidos por  $x_1$  e  $x_2$ .



Fonte: Produção do próprio autor.

Agora suponha que  $x_1$  e  $x_2$  assumam respectivamente os valores de  $x_{1*}$  e  $x_{2*}$ , conforme está na figura 9, observe que nesse caso  $x_{1*}$  recebe os valores linguísticos B e M, com graus de pertinência  $\mu_B(x_{1*})$  e  $\mu_M(x_{1*})$ , respectivamente; e  $x_{2*}$  M e A, com graus de pertinência  $\mu_M(x_{2*})$  e  $\mu_A(x_{2*})$ , respectivamente. Aqui ocorreu a primeira etapa do processo, a Fuzzyficação.

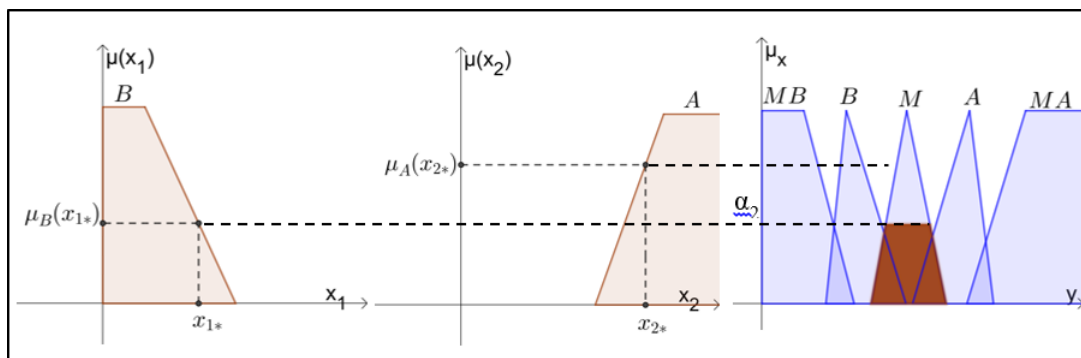
Figura 10 – Mínimo entre  $\mu_B(x_{1*})$  e  $\mu_M(x_{2*})$



Fonte: Produção do próprio autor.

Agora, na segunda etapa do processo, é importante observar que as regras ativadas pelo Motor de Inferência serão as destacadas em negrito no quadro 8, já que tem-se  $x_{1*}=B$  ou M e  $x_{2*}=M$  ou A. Para o caso da primeira regra ativada “Se  $x_1=B$  e  $x_2=M$  então  $y=B$ ”, figura 10, o menor valor entre  $\mu_B(x_{1*})$  e  $\mu_M(x_{2*})$  é usado, denotando esse valor por  $\alpha_1$ , tem-se que  $\alpha_1 = \min(\mu_B(x_{1*}), \mu_M(x_{2*})) = \mu_M(x_{2*})$ . Tomando  $\alpha_1$  como imagem da função de saída, tem-se na função de pertinência B (variável de saída) um trapézio limitado por  $\alpha_1$ , essa é a saída Fuzzy gerada pelo Motor de Inferência Mamdani.

Figura 11 – Mínimo entre  $\mu_B(x_{1*})$  e  $\mu_A(x_{2*})$



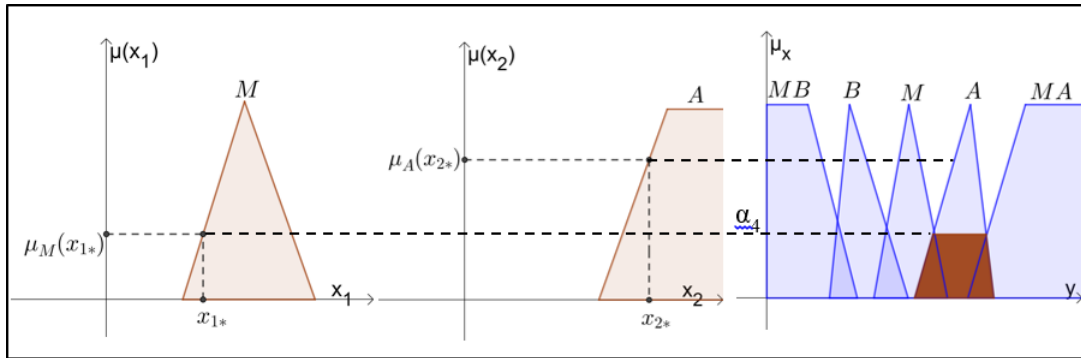
Fonte: Produção do próprio autor.

Como as outras três regras foram ativadas nesse exemplo, o mesmo processo será realizado para determinar  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  e  $\alpha_4$  realizando a agregação dos conjuntos de saída Fuzzy. No caso da regra “Se  $x_1=B$  e  $x_2=A$  então  $y=M$ ”, figura 11, tem-se  $\alpha_2 = \min(\mu_B(x_{1*}), \mu_A(x_{2*})) = \mu_B(x_{1*})$ . Como haverá uma sobreposição entre a saída Fuzzy dessa regra e a saída Fuzzy da regra “Se  $x_1=M$  e  $x_2=M$  então  $y=M$ ”, o processo para  $\alpha_3$  será omitido.

Por fim, o caso da regra “Se  $x_1=M$  e  $x_2=A$  então  $y=A$ ”, figura 12, tem-se  $\alpha_4 = \min(\mu_M(x_{1*}), \mu_A(x_{2*})) = \mu_M(x_{1*})$ .

No processo de Desfuzzyficação é realizado agregação (max) dos quatro conjuntos difusos formados pelas saídas Fuzzy,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  e  $\alpha_4$ . As técnicas mais comuns para esse processo são: a altura do



Figura 12 – Mínimo entre  $\mu_M(x_{1*})$  e  $\mu_A(x_{2*})$ 

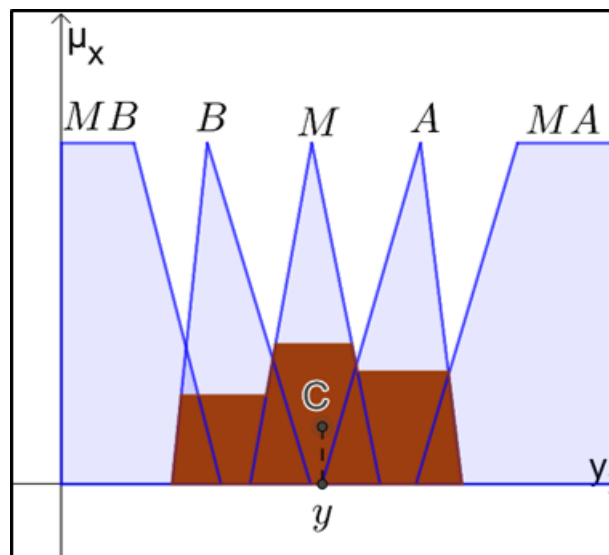
Fonte: Produção do próprio autor.

conjunto agregado; o centro de massa (ou centroide); o primeiro do máximo; a média do máximo; e o centro da soma. Como nessa tese foi priorizado a técnica do centroide, a finalização desse exemplo utiliza esse processo.

Tomando como  $y_c$  o valor do centroide do conjunto Fuzzy agregado tem-se a equação em 11:

$$y_c = \frac{\int \mu_{Ag}(x) x dx}{\int \mu_{Ag}(x) dx} \quad (11)$$

Em que  $\mu_{Ag}(x)$  é a saída Fuzzy gerada pelo conjunto agregado. Na figura 13 é apresentado a agregação (max)  $\mu_{Ag}(x)$ , assim como o valor da saída crisp  $y_c$ , centroide do conjunto  $\mu_{Ag}(x)$ . Dessa forma, o SE resulta na saída *crisp*  $y_c$  e saída linguística M.

Figura 13 – Centro de massa C e saída *crisp*  $y$ , gerada pela técnica de inferência Mamdani

Fonte: Produção do próprio autor.

De posse do processo de inferência Mamdani, além da compreensão sobre a aquisição, representação e implementação conhecimento por meio de um SE, em particular usando LF, a próxima seção trará uma descrição substancial sobre o processo de verificação e validação do SE.

#### 4.1.4 Verificação e Validação do SE

Para finalizar o desenvolvimento do SE, as etapas de verificação e validação irão assegurar que o SE está, na medida do possível, livre de quaisquer tipos de erros.

[...] as principais causas de erros são i) a ausência de especificação do sistema; ii) erros semânticos ou de sintaxe introduzidos durante a implementação; iii) representação incorreta do conhecimento, resultando em soluções errôneas ou incapacidade de encontrar soluções (MATELLI, 2008, p. 26).

Na etapa de verificação os itens i e ii são analisados pelo EC de forma a garantir que haja correspondência entre a especificação do SE e o que ele realmente executa. Nesse processo são abordados os seguintes tópicos:

- Adequação do paradigma de representação de conhecimento;
- Adequação do raciocínio;
- Modularidade da implantação;
- Adequação da interface;
- Correspondência da interface com suas especificações;
- Mecanismo de explicação apropriado;
- Satisfação dos requisitos de tempo de execução;
- Satisfação dos requisitos de segurança;
- Proteção da base de conhecimento para evitar modificações sem autorização (BUCCIARI, 2018, p. 50).

Na validação, todas as causas citadas anteriormente são analisadas, principalmente o item iii, visando “[...] assegurar que o conhecimento sobre o domínio é correto e que o sistema resolve problemas desse domínio de modo correto e preciso.” (MATELLI, 2008, p. 26). Essa etapa é de responsabilidade do especialista que examina o desempenho do SE e a utilidade do protótipo, analisando se as respostas e explicações estão de acordo com a expertise desse profissional.

Para validação podem ser utilizados três métodos: informal, formal e Touring. O primeiro, superficial e qualitativo, é realizada por meio de reuniões com especialistas e ocorre durante o desenvolvimento do protótipo. O segundo, o SE é tratado como uma caixa preta e suas respostas são comparadas com as dos especialistas. Por fim, o terceiro:

[...] teste de Touring consiste num diálogo entre o especialista e um usuário que opera o SE, de preferência sem que o especialista saiba disso. É uma alternativa interessante em sistemas que apresentam saída na forma de diálogo. No teste de Touring, o usuário faz para o especialista as perguntas idênticas ao que o SE faz, em seguida as respostas do SE e do especialista são comparadas. A vantagem desta abordagem é a imparcialidade. Embora conceitualmente simples, pode ser difícil de ser realizada (BUCCIARI, 2018, p. 51).

Um Módulo de Geração de Explicação pode facilitar o processo de verificação e validação, haja vista que ele fornece explicações e justificativas das decisões tomadas pelo SE.

De acordo com o que foi apresentado nesse capítulo, em consonância aos descritos nos capítulos 2 e 3, pode-se resumir que:

- Um SE é uma técnica de IA que emula o raciocínio de um especialista humano, a fim de processar e analisar uma grande quantidade de informações de forma mais rápida, eficaz e em ambientes onde não se dispõe do especialista para tomar as decisões;
- Um SE pode ser utilizado para avaliar SS em ambientes de AL;
- A etapa de Aquisição do Conhecimento envolve reuniões com o especialista em determinado tema para “obtenção” de suas expertises;
- O conhecimento “adquirido” pode ser representado por meio de regras do tipo Se A então B e comporão a Base de Conhecimento do SE.
- Dentre as ferramentas de IA para desenvolvimento de SE’s, a LF tem apresentado melhores resultados quando se trata da subjetividade, flexibilidade, incerteza e imprecisão do pensamento humano;
- Há um aumento significativo na quantidade de publicações envolvendo LF e Educação.

Dessa forma, foi proposto nesta tese um sistema especialista *Fuzzy* com expertise de psicólogo que visa auxiliar professores, pesquisadores e instituições de ensino a avaliar o nível de incorporação das *Soft Skills* de seus estudantes em sessões de *Active Learning*. O processo de desenvolvimento do FSSA (SE proposto) será descrito e apresentado. O FSSA deve ser capaz de mensurar por meio da autoavaliação e avaliação dos pares<sup>31</sup> a incorporação de SS nos estudantes. Na próxima seção serão descritos os métodos para alcançar esse objetivo.

---

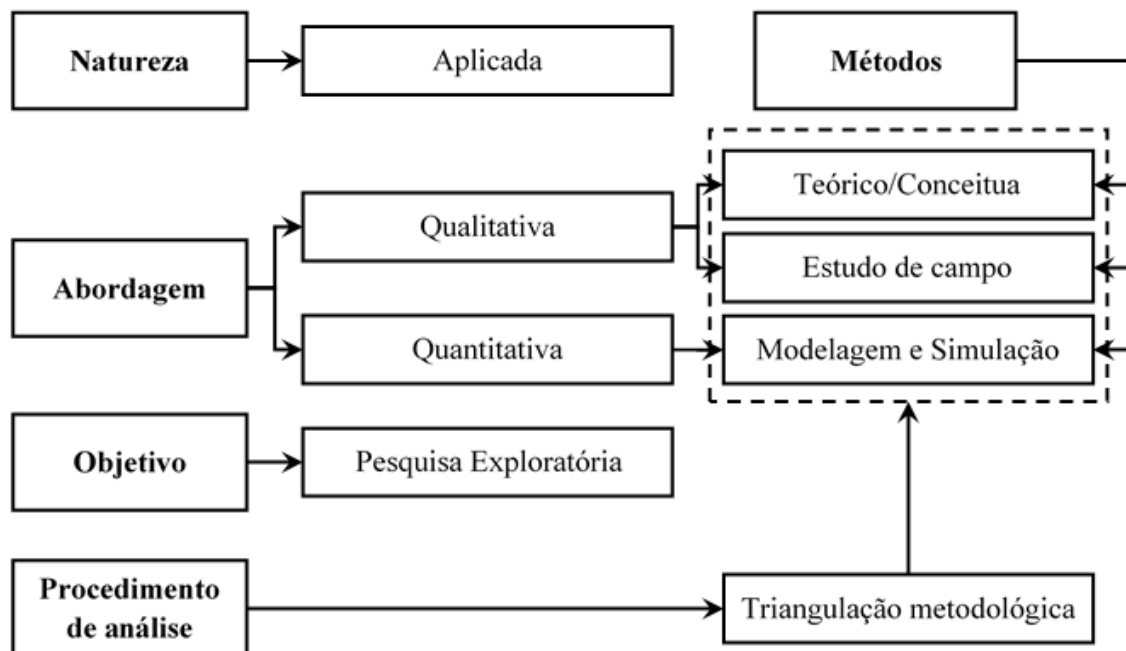
<sup>31</sup> Como trabalho futuro pretende-se expandir a métrica para uma avaliação em 360 graus, porém, por limitações estruturais, inicialmente o FSSA inclui apenas a autoavaliação e avaliação dos pares.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos apresentados neste trabalho forneceram mecanismos para análise aprofundada do tema estudado, além de terem sido capazes de auxiliar na confirmação do pressuposto e no alcance dos objetivos, respondendo assim a questão de “Como é possível avaliar o grau de incorporação de SS de estudantes em sessões de AL?”.

A pesquisa é de natureza aplicada e tem caráter exploratória, propõe-se uma abordagem quali-quantitativa em que a triangulação (ZAPPELLINI; FEUERSCHÜTTE, 2015) entre as fontes de evidências dos três métodos utilizados (análise teórico/conceitual, estudo de campo e modelagem/simulação) foi o procedimento metodológico proposto para alcançar as conclusões necessárias (COHEN; MANION; MORRISON, 2007; MIGUEL, 2012), ver figura 14.

Figura 14 – Classificação da pesquisa

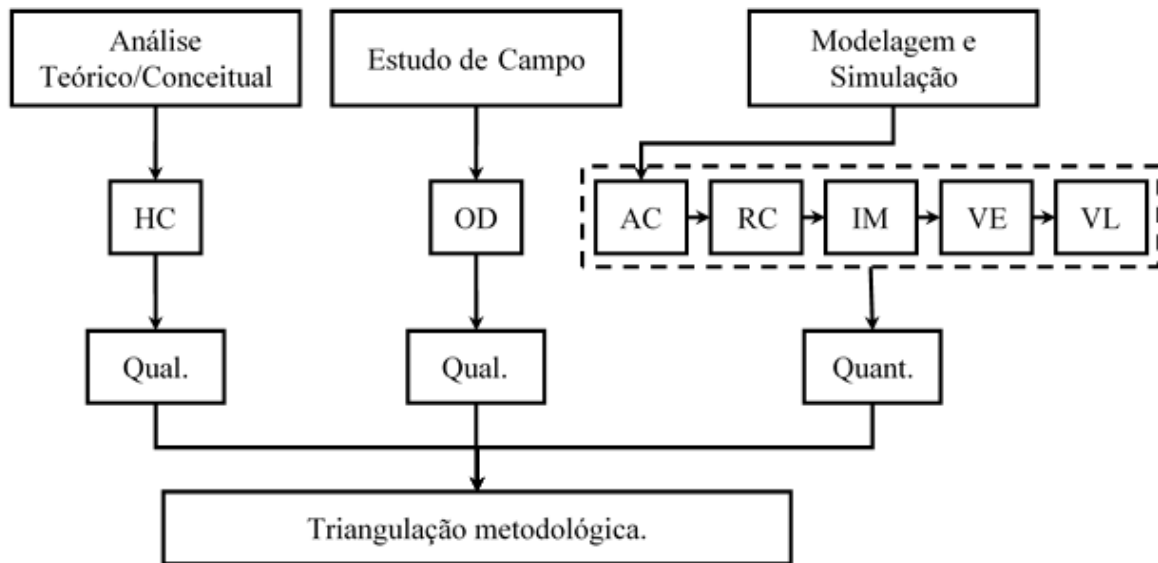


Fonte: Produção do próprio autor.

A figura 15, descreve as etapas dessa pesquisa, podendo ser dividida em três métodos distintos, mas que se complementam para alcance dos objetivos, Teórico/Conceitual, Estudo de Campo e Modelagem e Simulação. A necessidade de uma pesquisa teórico/conceitual se deu pelo interesse em classificar e categorizar as principais HC almeçadas aos futuros profissionais. O estudo de campo em uma turma submetida a sessões de AL foi necessário para poder verificar a relação de causa e efeito entre as principais SS desenvolvidas nos estudantes e, além disso, poder propor uma metodologia de autoavaliação e avaliação em pares. Por fim, a modelagem do FSSA interligou os achados da parte teórico/conceitual e estudo de campo, com as expertises adquiridas do especialistas nas sessões de aquisição do conhecimento.

Essa pesquisa foi aprovada pelo parecer 3.508.713 consubstanciado do CEP, CAAE 13018218.4.0000.5268 de 14/08/2019.

Figura 15 – Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Siglas: HC – Habilidades e Competências; OD – Observação Direta; AC – Aquisição do Conhecimento; RC – Representação do Conhecimento; IM – Implementação do FSSA; VE - Verificação e VL – Validação do FSSA.

Fonte: Produção do próprio autor.

## 5.1 A ANÁLISE TEÓRICO CONCEITUAL

Para alcançar o objetivo de identificar, registrar e categorizar as principais habilidades almejadas aos futuros profissionais, foi necessário realizar uma revisão sistemática na literatura sobre HC e análise de conteúdo.

O quadro 9 destaca as fases desta análise, os mecanismos, ações e parâmetros utilizados. As principais ações foram:

- Inicialmente foi enunciado a questão de pesquisa para a análise;
- Em seguida enunciado dois grupos com palavras chaves a serem filtradas no título dos artigos;
- Foi realizada a busca na WoS focando nos artigos publicados entre 2009 e 2019;
- Mapas bibliométricos das palavras chaves dos artigos filtrados foram construídos e analisados;
- Uma seleção primária foi realizada por meio da leitura dos títulos e resumos dos artigos filtrados;
- O download dos artigos selecionados foi feito pelo *Google Acadêmico*;
- Uma nova leitura completa dos artigos, porém na diagonal ajudou a selecionar aqueles que apresentavam alguma classificação/categorização das HC;
- Os trechos dos artigos com as classificações/categorizações de HC foram selecionados e copiados para uma planilha eletrônica (MS Excel);

Quadro 9 – Protocolo da revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo

Fases	Mecanismos, ações e/ou parâmetros
Formulação da questão de pesquisa.	Como os autores classificam/categorizam as HC?
Estratégia de busca (em título dos artigos, usando o conectivo "And" nos grupos de palavras.)	Grupo 1: <i>Competences or Competence or Competencies or Competency or Soft Skills or Generic Skills or Professional Skills or Leadership Skills or Key Skills or Core Skills or People Skills or Transferable Skills or Foundation Skills or Employability Skill or Noncognitive Skills or Socioemotional Skills or Transferable Skills or Twenty- First Century Skills.</i>
	Grupo 2: <i>Assessment or Evaluation or Perceptions or Developing or Structural or Development or Problem-Based Learning or Project-Based Learning or Flipped Classroom or Active Learning.</i>
Busca na base de dados.	Categorias da WoS: <i>Education Educational Research</i> ” or “ <i>Education Scientific Disciplines</i> ” or “ <i>Computer Science Information Systems</i> ” or “ <i>Engineering Civil</i> ” or “ <i>Management</i> ” or “ <i>Engineering Manufacturing</i> ” or “ <i>Engineering Industrial</i> ” or “ <i>Psychology Educational</i> ” or “ <i>Business Finance</i> ” or “ <i>Engineering Electrical Electronic</i> ” or “ <i>Computer Science Interdisciplinary Applications</i> ” or “ <i>Engineering Environmental</i> ” or “ <i>Engineering Multidisciplinary</i> ” or “ <i>Education Special.</i>
	Tipo de publicação: <i>article.</i>
	Ano de publicação: 2009 a 2019.
Construção de mapas bibliográficos.	<i>Software VOSviewer:</i> Usando as palavras chaves dos artigos filtrados. Mínimo 5 ocorrências de forma que a relação de parentesco entre os itens foi determinada pelo número de documentos em que elas ocorrem juntas.
Seleção primária dos artigos	Leitura dos títulos e/ou resumos dos artigos buscando textos relacionados com avaliação, desenvolvimento, estrutura, classificação, categorização das HC.
Recuperação dos artigos	<i>Google acadêmico:</i> <i>Download</i> dos artigos.
Seleção dos artigos	Leitura na diagonal: buscando artigos que apresentam algum tipo de classificação/categorização para as HC.
Extração dos dados	Cópia de trechos do artigo: com as classificações/categorizações de HC.
Avaliação da qualidade dos dados	Planilha eletrônica MS Excel: análise das classificações/categorizações HC.
Síntese dos dados	Planilha eletrônica MS Excel: agrupamento e contagem das frequências absolutas das habilidades destacadas.
Interpretação dos dados	Planilha eletrônica MS Excel: análise dos principais <i>clusters</i> de habilidades em competências.
Publicação dos dados	Análise do EC e especialista: organização da estrutura das habilidades em competências chaves.

Fonte: Produção do próprio autor.

- Essa planilha foi utilizada para analisar a qualidade dos dados e verificar as equivalências entre as classificações/categorizações de HC dos artigos selecionados;
- Foi realizada a síntese e interpretação dos *clusters* de HC, além da contagem das frequências absolutas das principais habilidades; e
- Uma estrutura organizacional das habilidade em competência chaves foi construída (ver seção 6.1).

Além dos artigos selecionados por meio do protocolo destacado no quadro 9, outros foram acrescentados a seleção final, com base nos referenciais bibliográficos dos artigos lidos, totalizando 28 artigos que de certa forma apresentaram algum tipo de classificação/categorização das HC.

Mediante a esta estratégia foram desenvolvidos os formulários 1, 2 e 3 dos apêndices A, B e C respectivamente, utilizados no estudo de campo e, construída a estrutura de classificação/categorização das HC destacada na figura 23 da seção 6.1, utilizada para a modelagem do FSSA.

## 5.2 O ESTUDO DE CAMPO

A necessidade desse estudo de campo foi revelado a partir da revisão de literatura, onde observou-se que não havia um estudo detalhado sobre o desenvolvimento e avaliação de SS em ambiente AL. Logo, chegou-se à conclusão que essa pesquisa possui caráter exploratório, que para Miguel (2012):

O intento é explorar o tema de pesquisa de forma a prover subsídios para a fase quantitativa. As razões para tanto é que as medidas e instrumentos de pesquisa não estão disponíveis, as variáveis relevantes da pesquisa são desconhecidas e/ou não existe modelo ou teoria para o desenvolvimento da pesquisa (MIGUEL, 2012, p. 61).

A pesquisa de campo envolve uma relação entre o pesquisador e o pesquisado, geralmente envolvendo uma abordagem observacional. Para Burgess (2002, p. 2) "o estudo de campo é sinônimo de coleta de dados por meio de métodos observacionais".

A questão que motiva o desenvolvimento desse estudo é "Como observadores, professor e alunos percebem a incorporação de SS nas aulas de AL?". Optou-se por utilizar o estudo de campo em uma única turma, pois não houve o interesse em fazer generalizações ou inferências estatísticas, a análise dos dados coletados serviram apenas para investigar e descrever o comportamento dos estudantes amostrados em sessões de AL; e coletar as percepções de observadores, professor e dos próprios estudantes sobre a suas SS. A unidade de estudo em questão é a incorporação de SS nos alunos em sessões de AL.

A validação do constructo envolveu o uso de três fontes de evidência, uma observacional não participante (percepções de observadores), uma entrevista semiestruturada (percepções do professor), e observações participantes (percepções dos estudantes), que foram encadeadas e analisadas por meio de uma triangulação de investigadores (COHEN; MANION; MORRISON, 2007). A confiabilidade envolveu os uso de protocolos de estudo de campo, consolidados pelo pesquisador e psicóloga

especialista, e banco de dados em MS Excel assegurando as notas, documentos, tabelas e narrativas (YIN, 2015).

Os dados foram coletados por meio de questionários semiestruturados (formulários 1 e 2, apêndices A e B respectivamente) preenchidos pelos observadores, entrevistas semiestruturadas realizadas com o professor da turma e questionários semiestruturados (formulário 3, apêndice C) preenchidos pelos próprios estudantes. Em posse desses dados, as percepções desses atores sobre a incorporação das SS foi utilizada para construir o perfil individual de cada estudante. Uma análise comparativa entre as percepções desses atores (triangulação de investigadores) buscou confirmar as proposições destacadas e levantar novas hipóteses.

### 5.2.1 A estrutura da unidade de campo selecionada

A unidade de campo selecionada foi em uma turma de 24 estudantes do curso técnico<sup>32</sup> de Automação Industrial do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) (campus Volta Redonda), na disciplina de Métodos Estatísticos no segundo semestre de 2019. A turma era composta por 14 meninos e 10 meninas, com média de idades de  $\bar{x} \approx 16,568$  anos e desvio padrão de  $s \approx 0,616$  anos.

Os estudantes foram submetidos a 7 sessões de AL com 100 minutos de aula em cada sessão durante 2 meses, utilizando técnicas de PBL, PjBL e FC. Os 24 estudantes foram divididos em 5 equipes de 5 ou 4 membros que trabalhariam juntos em todas as aulas até a apresentação do Projeto Principal - PP.

No PP (que focou na prática de PjBL) nove temas sociais (Racismo, Álcool, Drogas, Aborto, Política, *Fake News*, Gênero, *Smartphone*, *Bullying* e Armamento) foram apresentados e cinco deles foram sorteados, um para cada equipe, que deveria desenvolver uma pesquisa de campo (estatística) no âmbito do IFRJ para defesa e apresentação no final do trimestre. As atribuições de cada equipe foram:

- Levantar um problema de pesquisa relacionado ao tema;
- Construir um questionário de pesquisa online com no mínimo 8 e no máximo 15 itens (incluindo variáveis qualitativas e quantitativas);
- Apresentar o processo de amostragem, assim como selecionar a população e a amostra da pesquisa (a ser realizada no IFRJ campus VR);
- Coletar os dados da pesquisa com a amostra selecionada de no mínimo de 60 pessoas;
- Apurar os dados, tratando-os na forma de tabelas, gráficos, medidas de tendência central e dispersão;
- Realizar a análise dos resultados; e
- Apresentar os resultados da pesquisa.

<sup>32</sup> Inicialmente pretendia-se selecionar uma turma de Engenharia, todavia após reuniões entre a especialista e o EC chegou-se a conclusão que essa amostra por conveniência (instituição em que o pesquisador tem vínculo empregatício) atenderia aos objetivos propostos.



Os conceitos de Estatística Descritiva - ED, necessários para desenvolvimento do PP foi conteúdo curricular do 1º bimestre do 2º semestre de 2019. Todos esses conceitos foram apresentados aos estudantes por meio de vídeo aulas. Usando técnicas de FC, o professor da turma e o pesquisador disponibilizavam a cada semana um ou dois vídeos referentes aos conteúdos de ED, que deveriam ser vistos em casa.

De posse do conceito semanal, os estudantes chegavam as aulas presenciais e solucionavam problemas reais (uso de técnicas de PBL) envolvendo o uso de ED. Em todas as aulas presenciais os estudantes trabalhavam em equipes (priorizando a formação do PP), em parte delas em problemas análogos aos que enfrentariam no PP e noutra em problema do próprio PP. O uso de *tablets*, *smartphones*, calculadora, *notebooks* e quaisquer outras mídias digitais ou tecnologias estiveram plenamente liberadas para solução dos problemas.

Durante as sessões em grupo e necessitando entregar um produto final ao término do bimestre, as equipes enfrentaram inúmeros desafios em que as seguintes SS ficaram evidenciadas: gerenciamento de conflitos, relacionamento interpessoal, gerenciamento do tempo, planejamento, organização, comunicação, compreensão, empatia, concentração, capacidade analítica, pensamento crítico, criatividade, motivação, iniciativa, responsabilidade, ética, perseverança, uso de TI, flexibilidade, controle emocional, negociação e colaboração.

Ao final de cada sessão de AL os estudantes se auto avaliavam e avaliavam seus pares, por meio do formulário 3, ver apêndice C. Nele os estudantes deveriam colocar três palavras dentre as destacadas no lado esquerdo do formulário como habilidades positivas e três palavras do lado direito como habilidades a melhorar. Esse procedimento era feito tanto para si, quanto para cada membro de sua equipe. A escolha de três palavras foi uma forma de otimizar o tempo de preenchimento do formulário, que não deveria ultrapassar 10 minutos, caso contrário inviabilizaria o seu uso em todas as sessões de AL. Embora, no primeiro dia de aula, os alunos tenham sido orientados de como preencher o formulário e quais os significados das habilidades contidas nele, em todas as demais aulas quaisquer dúvidas com relação ao preenchimento era sanada pelo pesquisador. Esses dados foram arquivados para posterior uso na descrição do perfil individual de cada estudante e como dados da variável de entrada do FSSA.

Além do preenchimento desse formulário, um grupo de quatro estudantes de psicologia, orientados pelo autor dessa tese e por uma psicóloga, estiveram presentes em todas as sessões de AL observando os estudantes do IFRJ. A estrutura dessas observações serão detalhadas na seção seguinte.

### **5.2.2 A estrutura das observações diretas**

Para garantir o processo de Observação Direta - OD, quatro estudantes do último período de psicologia de uma instituição de ensino superior do Médio Paraíba Fluminense (RJ) se voluntariaram para serem observadores no estudo de campo. Uma especialista em análise comportamental (descrita na seção 5.3.1) e o pesquisador treinaram os voluntários. Em duas reuniões os observadores receberam orientações quanto ao objetivo da pesquisa, a observação não participativa e preenchimento dos formulários 1 e 2, ver apêndice A e B, respectivamente.

Na observação não participativa os observadores “permanecem distantes das atividades do grupo

que estão investigando e evitam o relacionamento com esse grupo” (COHEN; MANION; MORRISON, 2007, p. 259), além disso, os formulários de observação semiestruturados oferecem maior flexibilidade na captura da subjetividade do comportamento humano sem a perda de objetividade imposta pelo referencial teórico. Dessa forma, os observadores não participaram das atividades postas aos alunos do IFRJ, ficando a certa distância analisando o trabalho das equipes.

Denotando cada equipe por E1, E2, E3, E4 e E5, cada aluno do IFRJ por A01, A02, ..., A24 e cada observador por O1, O2, O3 e O4, a configuração das equipes/tema/observador ficou conforme o quadro 10. O grupo E5, apesar de participar de todas as atividades propostas no bimestre, não teve um observador por conta da falta de disponibilidade de mais um estagiário de psicologia, dessa forma a análise da OD se limitou aos demais 19 estudantes.

Quadro 10 – Configuração das equipes

<b>Equipe</b>	<b>Tema</b>	<b>Membros</b>	<b>Observador</b>
E1	Racismo	A01 A02 A03 A04 A05	O1
E2	Armamento	A06 A07 A08 A09	O2
E3	Aborto	A10 A11 A12 A13 A14	O3
E4	Gênero	A15 A16 A17 A18 A19	O4
E5	<i>Bullying</i>	A20 A21 A22 A23 A24	Sem Observador

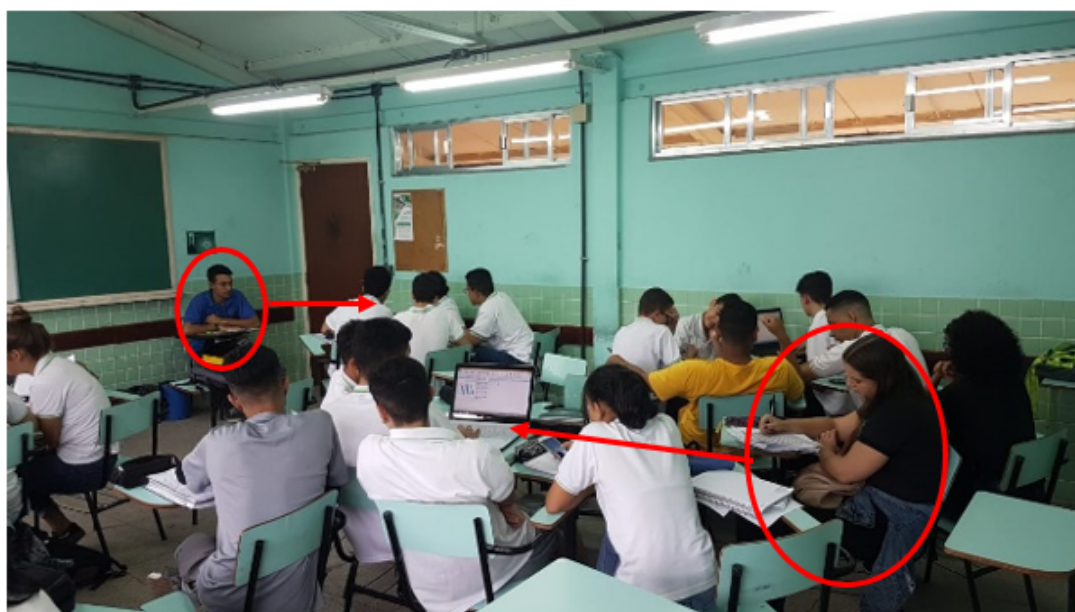
Fonte: Produção do próprio autor.

A figura 16, apresenta uma fotografia de umas das sessões de AL. Nela é possível perceber a disposição dos observadores circulos e dos observados. É importante destacar que, além dos observadores, o pesquisador e o professor da turma esteve presente em todas as sessões de AL.

A observação não participativa dos “psicólogos” foi tomada como semiestruturada porque no formulário 1, ver apêndice A, há uma estruturação prévia baseada no referencial teórico discutido na

seção 5.1, já o formulário 2, ver apêndice B, há uma flexibilidade para o observador realizar anotações em aberto sobre as suas percepções referentes aos observados.

Figura 16 – Disposição das equipes e observadores



Fonte: Produção do próprio autor.

Em reuniões quinzenais, os observadores eram entrevistados pelo pesquisador com acompanhamento da psicóloga especialista. Essas entrevistas não-estruturadas foram gravadas em áudio para posterior comparação com os dados coletados do formulário 1, 2 e 3.

O professor da disciplina Métodos Estatísticos também foi entrevistado na última sessão de AL. Essa entrevista semiestruturada visava colher informações individuais sobre cada um dos estudantes participantes da pesquisa. Como base para os questionamentos foram utilizados os itens contidos no formulário 1, apêndice A. Diferentemente da proposta dada aos observadores, que deveriam assinalar *scores* numa escala de 0 a 5 no formulário 1, para o professor os questionamentos foram feitos e ele poderia responder abertamente sobre o nível de habilidade em que se encontrava cada estudante. As respostas coletadas formaram o perfil individual de cada estudante na percepção dos observadores, na percepção dos professores e na percepção dos próprios estudantes.

### 5.3 MODELAGEM DO FSSA

Conforme discutido nas seções anteriores, avaliar SS vai além da típica avaliação escrita comumente utilizada nas salas de aula, uma solução seria a avaliação em 360 graus com *feedback* constante aos estudantes. Entretanto, para conseguir analisar o comportamento dos estudantes nas sessões de AL, um especialista em análise comportamental deveria estar presente em todas as aulas, que não é o caso dos alunos e professores. Mesmo que houvesse uma especialista em análise comportamental em todas as aulas, como ele teria condições de processar e analisar todos os dados de todos os alunos em todas as sessões de AL? O objetivo de construir, implementar, verificar e validar o FSSA vem ao encontro aos pontos levantados nessa questão.

Conforme discutido no capítulo 4, o processo de modelagem de um SE envolve cinco etapas: a aquisição; a representação do conhecimento; a implementação; a verificação; e a validação do modelo. Nesta seção será discutido como esse processo se materializou.

### 5.3.1 A aquisição do conhecimento para o FSSA

Para alcançar ao objetivo geral dessa tese, a necessidade de selecionar um especialista em análise comportamental é evidente. A especialista selecionada é professora dos cursos de Psicologia e Gestão em Recursos Humanos de um Centro Universitário do Médio Paraíba Fluminense, além disso é psicóloga e consultora de gestão de pessoas e recrutamento e seleção.

Reuniões quinzenais foram realizadas entre o pesquisador e a especialista a fim de obter suas expertises relacionadas a análise comportamental. Na primeira reunião, o pesquisador contextualizou a problemática da tese, apresentando a justificativa, objetivos e hipóteses, deixando claro a necessidade de um especialista que fornecesse subsídios para reconhecer competências como liderança, trabalho em equipe, relacionamento interpessoal, etc. As demais reuniões foram norteadas por entrevistas semiestruturadas que visavam:

- Compreender quais habilidades se interligam para formar competências maiores (exemplo: habilidade de clareza de ideias, boa leitura e boa redação formam a competência comunicação); e
- Interpretar os relatos dos observadores da OD, verificando as relações de causa e efeito entre os traços, traços e comportamentos dos estudantes observados, e as habilidades verificadas.

As entrevistas com o especialista foram gravadas em áudio e descritas em relatórios, paralelamente a essas entrevistas, a OD e as entrevistas com os observadores ajudavam a fornecer achados que serviriam de embasamento para a representação do conhecimento em regras.

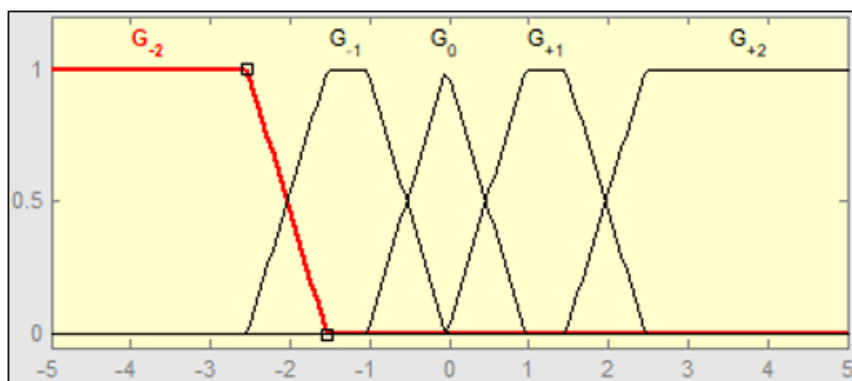
### 5.3.2 A representação do conhecimento para o FSSA

A partir da identificação, registro e categorização das HC obtidos na etapa teórico/conceitual e junto aos relatos da OD e entrevista com o especialista, foi priorizado 26 habilidades almeçadas ao futuro profissional. Para essas 26 variáveis de entrada uma estrutura hierárquica foi desenvolvida, estratégia similar as propostas nos trabalhos de Bohlouli et al. (2017), Alian e Shaout (2017), Ozdemir e Tekin (2016), Veltri, Mastroleo e Schaffhauser-Linzatti (2014) e Dias e Diniz (2013). Esse tipo de arquitetura evita a explosão combinatória, haja vista que com 26 variáveis e 5 funções de pertinência em cada uma, se todas essas variáveis fossem utilizadas para avaliar uma única competência, um total de  $5^{26}$  regras Fuzzy deveriam ser construídas, resultando na impossibilidade para o especialista expressar linguisticamente todas as regras (DIAS; DINIZ, 2013) e tornando inviável o processamento computacional do sistema. Com a estrutura hierárquica proposta foi possível desenvolver o FSSA com 1.225 regras.

As cinco funções de pertinência para cada uma das 26 variáveis foram denotadas por  $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$ ,  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$ . O sinal “-” indica que o indivíduo tem tendência a contra habilidade avaliada e o sinal “+”

indica que o indivíduo tem tendência a habilidade avaliada. Como exemplo pode-se citar o caso da habilidade “Organização”, um indivíduo avaliado com  $\mathcal{G}_{-2}$  é muito desorganizado,  $\mathcal{G}_0$  está no limite entre a desorganização e a organização e  $\mathcal{G}_{+2}$  é muito organizado. Uma entrada *crisp* igual a 2,0, no exemplo da figura 17, teria grau de pertinência aproximadamente 0,5 para  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$ .

Figura 17 – Funções de pertinência para a habilidade Flexibilidade



Fonte: Produção do próprio autor.

Todos os detalhes sobre a estrutura hierárquica das variáveis, funções de pertinência, entradas *crisp*, universo de discurso e etc. serão melhor detalhados na seção 6.3.

### 5.3.3 A implementação do FSSA

Para implementar o FSSA a *interface Fuzzy* do MatLab com motor de inferência do tipo Mamdani, método *min max*, implicação *min*, agregação *max* e desfuzzyficação do tipo centroide foi utilizada. O motor de inferência Mamdani é o mais recomendado para análises envolvendo o comportamento humano (OZDEMIR; TEKIN, 2016).

Para fazer a simulação dos resultados, foram utilizados os dados coletados na OD. Mas especificamente os dados coletados no formulário 3, ver apêndice C, onde constam as auto avaliações dos estudantes e a avaliações dos pares.

O grau de intensidade em que uma determinada habilidade pertence a um estudante foi mensurada por meio da quantidade de vezes em que ela foi assinalada para esse estudante (frequência absoluta). Por exemplo, suponha que em cinco sessões de AL o estudante A07 se auto avaliou e recebeu as avaliações de seus colegas A06, A08 e A09, como resultado a habilidade Concentração foi assinalada para ele 12 vezes (frequência absoluta igual a 12) e a contra habilidade Falta de Concentração 5 vezes (frequência absoluta igual a 5), logo resultou-se que a Concentração dele teve *score* 7 (12-5). Os *score* da habilidade Concentração de todos os estudantes foram padronizados gerando entradas *crisp* num universo de discurso de [-5, 5]. Para todas as habilidades esse mesmo procedimento foi utilizado. Vale ressaltar que determinada habilidade poderia receber *score* negativos, por exemplo, suponha que o mesmo estudante A07 teve a habilidade Organização com frequência absoluta igual a 2 e sua contra habilidade, Falta de Organização teve frequência absoluta igual a 10, logo seu *score* para essa habilidade seria -8, o que provavelmente geraria uma entrada *crisp* negativa. Na seção 6.3 esses detalhes serão melhor definidos e exemplificados.

### 5.3.4 A verificação e validação do FSSA

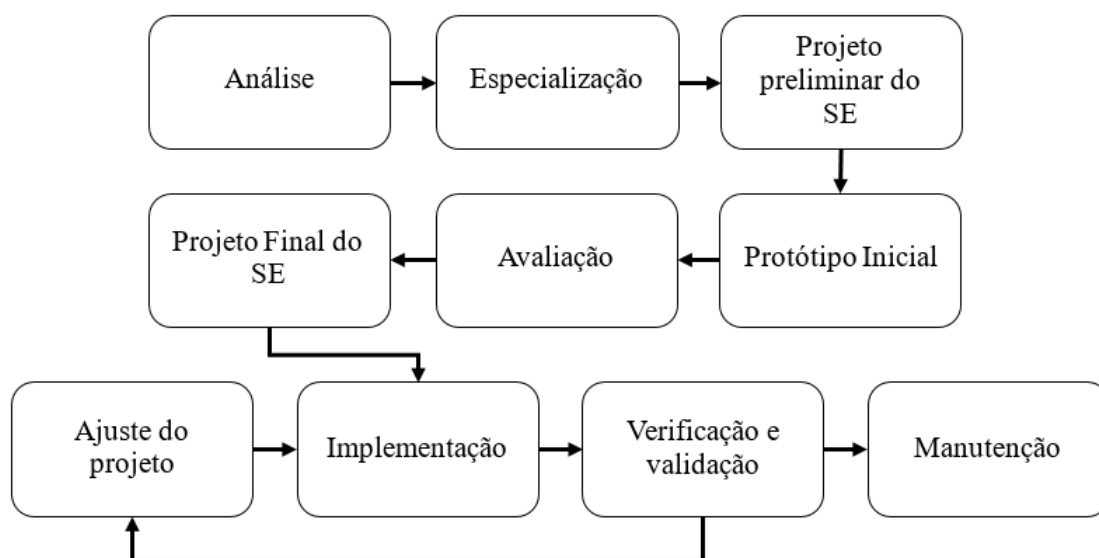
Durante a etapa de implementação, verificação e validação do FSSA diversas alterações no protótipo inicial foram realizadas. Todas as correções buscavam: minimizar o tempo de coleta de dados durante as sessões de AL<sup>33</sup>; minimizar erros semânticos que poderiam causar interpretações equivocadas de determinadas competências<sup>34</sup>; e otimizar a estrutura hierárquica das habilidades na formação de competência<sup>35</sup>.

A verificação foi realizada pelo EC por meio do uso de tabelas verdade. A validação do FSSA foi realizada pelo especialista com assistência do EC, tomando as seguintes estratégias:

- Comparação das habilidades e competências dos estudantes, percebidas pelos observadores e professor, e dos próprios estudantes com os relatórios retornados pelo FSSA; e
- O especialista analisou os relatórios de perfil individualizado de cada estudante (obtido a partir da avaliação dos pares e da autoavaliação), determinando com base em sua expertise, as competências gerais de cada estudante. Essas competências gerais de cada estudante foram comparadas com as competências gerais de cada estudante geradas pelo SE.

Um processo cíclico de validação, adaptado a partir do modelo incremental proposto por Gonzalez e Dankel (1993) foi utilizado, ver figura 18. Pode-se resumir o processo de modelagem do FSSA da seguinte forma:

Figura 18 – Modelo de desenvolvimento incremental



Fonte: Adaptado de Gonzalez e Dankel (1993).

Após análise dos conceitos envolvendo as principais SS almeçadas e avaliação de HC de estudantes, um protótipo inicial do modelo foi desenvolvido. Na avaliação desse protótipo percebeu-se dificuldades

<sup>33</sup> Seria inviável implementar um instrumento avaliativo que levasse mais de 10 minutos para ser coletado durante as aulas.

<sup>34</sup> Durante o processo de verificação eliminou-se da base de conhecimento todos os procedimentos que poderiam retornar a resultados degenerados, como exemplo os conjuntos de pertinências que eram quatro “N, B, M e A”, passaram a ser “ $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$ ,  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$ ”.

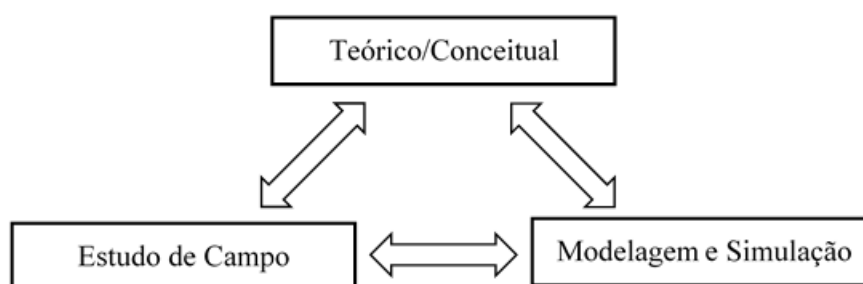
<sup>35</sup> Assim as 72.640 regras modeladas no projeto preliminar passaram para 1.225, maximizando o tempo de processamento computacional do FSSA e viabilizando a construção das regras pelo Especialista/Engenheiro do Conhecimento.

de desempenho computacional e o grande número de regras inviabilizaria um futuro processo de validação do FSSA. O projeto final, ver seção 6.3 desse documento, além de diminuir o número de regras do FSSA para 1.225 apresentou significativa melhora no desempenho computacional. Esse projeto final foi implementado e submetido para verificação do EC e validação do especialista, que em posse do conjunto de entrada de dados gerados pelas auto avaliações, avaliação dos pares, percepções do professor da turma e percepções dos observadores, verificava-se se as saídas retornadas pelo FSSA eram equivalentes as saídas previstas. Assim, o especialista indicava as concordâncias e discordâncias entre FSSA e saídas previstas. No caso das concordâncias indicadas pelo especialista parte do FSSA era considerada validada, no caso das partes com discordâncias o FSSA era reprogramado de modo a eliminar os erros apontados e novamente submetido a validação do especialista, conforme modelo de validação proposto por Matelli (2008).

#### 5.4 A TRIANGULAÇÃO

Uma análise quali-quantitativa entre os resultados encontrados das etapas teórico/conceitual, estudo de campo e modelagem/simulação, foi realizada para discussão dos resultados e possíveis ajustes no modelo, ver figura 19.

Figura 19 – Etapa da triangulação



Fonte: Produção do próprio autor.

Nesta triangulação metodológica os seguintes procedimentos foram adotados:

- As HC classificadas e categorizadas na etapa Teórico/Conceitual foram consolidadas pelo especialista durante a aquisição do conhecimento (etapa de Modelagem);
- Essas HC foram utilizadas como referencial para os observadores durante a OD do Estudo de Campo;
- As evidências coletadas durante as OD (percepções dos Observadores, Professor e Alunos) foram comparadas;
- Dessa comparação (dados do Estudo de Campo), da classificação/categorização das HC (dados da análise Teórico/Conceitual) e das análises realizadas pelo EC e pela especialista, a base de conhecimento do FSSA foi construída (etapa da Modelagem);

- As autoavaliações realizadas pelos estudantes e a avaliação dos pares foram utilizadas como *input* no FSSA gerando relatórios individuais dos alunos; e
- As evidências coletadas durante a OD foram comparadas com os relatórios dos estudantes gerados pelo FSSA para validação do SE.

Pelo o exposto nesse capítulo, fica evidente que:

- Da etapa teórico/conceitual uma lista classificada e categorizada de HC foram organizadas e utilizadas tanto para a confecção dos formulários 1, 2 e 3 dos apêndices A, B e C, respectivamente, quanto para a estruturação hierárquica da base de conhecimento do FSSA;
- Do estudo de campo, além de dados reais para utilização no processo de simulação do FSSA (percepções dos estudantes), a triangulação das evidências coletadas (percepções dos observadores, professor e estudantes) ajudou na construção da base de regras e validação do FSSA. Esta triangulação de investigadores também auxiliou na reavaliação da categorização das HC obtida na fase teórico/conceitual; e
- O processo de modelagem, aquisição do conhecimento, análise dos relatos do estudo de campo e simulação do FSSA, fez com que o especialista e EC reavaliasse inúmeras vezes as regras da base de conhecimento e da categorização da fase teórico/conceitual. Além disso, o formulário 4 (apêndice D) foi proposto para futura coleta de dados.

A próxima seção ficará a cargo de expressar como o processo de materiais e métodos se materializou nesta tese e serviram para confirmar os pressupostos levantados, alcançar os objetivos e responder a problemática inicialmente explicitada na introdução.



## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para este capítulo serão discutidos os achados da etapa teórico/conceitual, estudo de campo e modelagem do FSSA, mas especificamente: da identificação, registro e categorização das HC almejadas aos futuros profissionais; dos relatos observados na OD; do uso dessas informações e entrevistas com o especialista para desenvolvimento do FSSA; da estrutura do FSSA com LF; e da triangulação dos dados para alcance das conclusões.

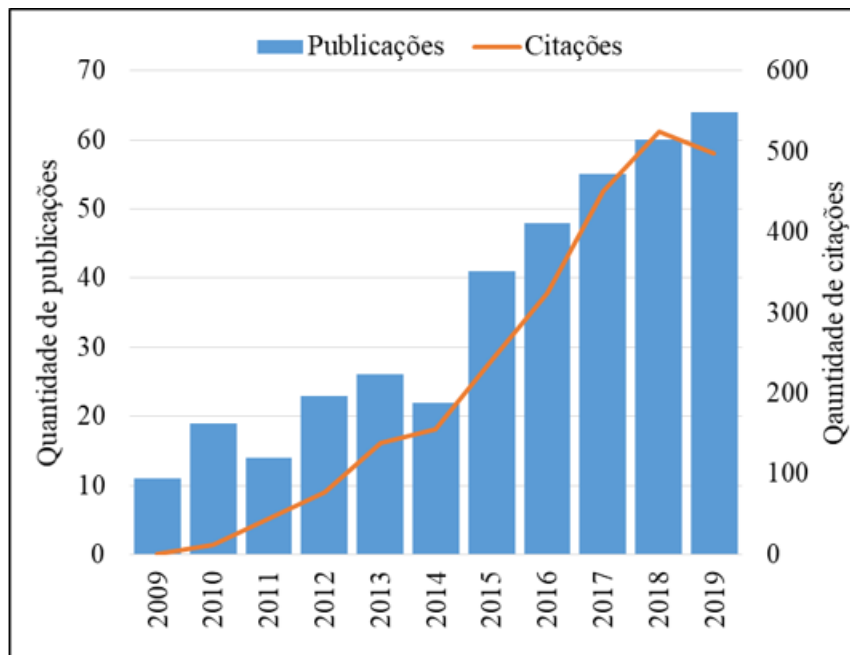
### 6.1 RESULTADOS DA ANÁLISE TEÓRICA/CONCEITUAL

De forma a abrir caminho ao estudo de campo e a modelagem do FSSA, houve a necessidade de conhecer as principais habilidades e competências que:

- o mercado de trabalho pretende encontrar ao contratar novos engenheiros; e
- as instituições de ensino superior pretendem desenvolver nos seus acadêmicos.

Com isso, várias pesquisas foram realizadas na WoS, inicialmente procurando entender a relevância do tema para a comunidade acadêmica, em seguida, como as palavras chaves das principais publicações se relacionavam entre si e, por fim, após filtragem e escolha dos artigos, foi verificado como eles classificam e categorizam as principais habilidades e competências.

Figura 20 – Evolução das publicações com título SS ou análogo

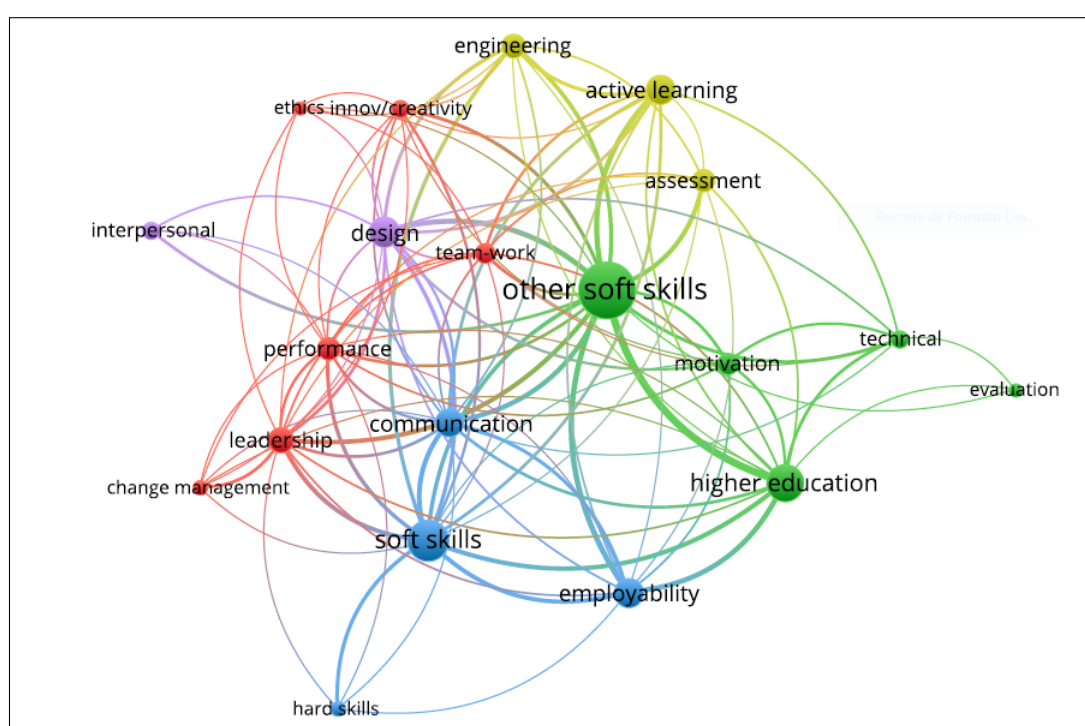


Fonte: Produção do próprio autor.

Numa primeira análise, foram levantadas 383 publicações em periódicos no período de 2009 a 2019 com título em que aparecem termos relacionados a SS<sup>36</sup> em categorias da WoS ligadas a educação, gestão, engenharia e inteligência artificial<sup>37</sup>. A relevância do tema pode ser evidenciado analisando o gráfico da figura 20, nele tanto as publicações como o número de citações vem aumentando ano a ano, com exceção de 2011 e 2014. É importante ressaltar que essa pesquisa se restringiu aos títulos dos artigos, caso os termos relacionados as SS tivessem sido selecionados em tópicos (título, resumo e palavras chaves) o número de publicações aumentaria para 2.226 nesses 10 anos.

Todas as palavras chaves das 383 publicações mencionadas no parágrafo anterior foram agrupadas em *clusters* do VOSviewer (mínimo 5 ocorrências) de forma que a relação de parentesco entre os itens foi determinada pelo número de documentos em que elas ocorrem juntas, ver figura 21.

Figura 21 – Mapa do relacionamento das palavras chaves



Fonte: Produção do próprio autor.

A força dos itens, indicada pelo diâmetro dos círculos, coloca em destaque as palavras chaves *Other Soft Skills* (OSS<sup>38</sup>), *Soft Skills*, *Higher Education*, *Communication*, *Employability*, *Design* e *Active Learning*, o que acaba salientando a importância dessas competências na relação entre Ensino Superior e empregabilidade, além de associar essa relação com a AL. No mesmo *cluster* das SS encontra-se as

<sup>36</sup> *Soft Skills Ou Generic Competences Ou Generic Skills Ou Interpersonal Competencies Ou Social Competence Ou Key Skills Of Employability Ou Core Skills Ou People Skills Ou Transferable Skills Ou Foundation Skills Ou Employability Skill Ou Professional Skills Ou Noncognitive Skills Ou Socioemotional Skills Ou Transferable Skills Ou Twenty-First Century Skills Ou Key Competencies.*

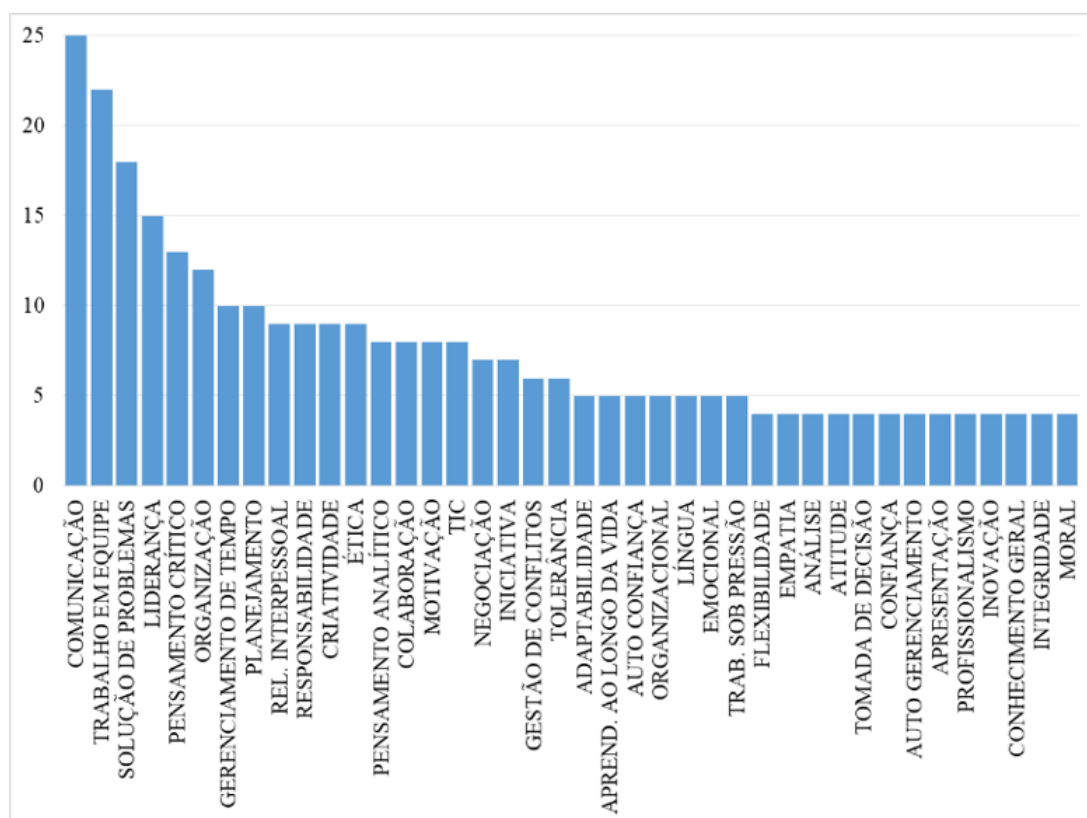
<sup>37</sup> *Education Educational Research, Computer Science Software Engineering, Education Scientific Disciplines, Management, Engineering Multidisciplinary, Computer Science Hardware Architecture, Computer Science Information Systems, Computer Science Interdisciplinary Applications, Computer Science Theory Methods, Engineering Electrical Electronic, Engineering Industrial, Engineering Civil e Computer Science Artificial Intelligence.*

<sup>38</sup> Termo utilizado para agrupar *Generic Competences, Generic Skills, Interpersonal Competencies, Social Competence, Key Skills Of Employability, Core Skills, People Skills, Transferable Skills, Foundation Skills, Employability Skill, Professional Skills, Noncognitive Skills, Socioemotional Skills, Transferable Skills, Twenty-First Century Skills, Key Competencies.*

palavras *Hard Skills*, *Communication* e *Employability* o que acaba destacando a complementaridade entre as SS e as HS, a sua importância para a empregabilidade, além de relacioná-la a competência comunicação. Outras competências que acabam se relacionando com as SS são<sup>39</sup>: Planejamento, Comunicação, Liderança, Trabalho em Equipe, Inovação/Criatividade, Relacionamento Interpessoal, Gestão da Mudança, Ética e Motivação. Aparecendo também em destaque a palavras Técnica e Avaliação. Essa análise inicial serve como um sinal das principais SS destacadas pela maioria dos pesquisadores.

Para construção dessa tese, 91 referências foram selecionados após: filtro em tópicos da WoS com termos OSS, SS, AL, SE e LF (separados ou concatenados); leitura dos títulos; leitura dos resumos; leituras completas; e escolha de artigos complementares com base nos referenciais dos artigos lidos. Desses, 28 publicações apresentam ao longo do texto algum tipo de classificação para as SS. Essa habilidades foram isoladas do texto original para determinação da frequência em que aparecem nesses referenciais, ver figura 22.

Figura 22 – Frequência absoluta das habilidades em 28 publicações



Fonte: Produção do próprio autor.

Neste gráfico, as habilidades que aparecem com frequência absoluta superior a 8, são: comunicação (89,3% dos artigos), trabalho em equipe (78,6%), solução de problemas (64,3%), liderança (53,6%), pensamento crítico (46,4%), organização (42,9%), gestão de tempo (35,7%), planejamento (35,7%), relacionamento interpessoal (32,1%), responsabilidade (32,1%), criatividade (32,1%), ética (32,1%), pensamento analítico (28,6%), colaboração (28,6%), motivação (28,6%) e uso de TICs (28,6%).

<sup>39</sup> *Design, Communication, Leadership, Team-work, Innov/Creativity, Interpersonal, Change Management, Ethics e Motivation.*

Com base nas habilidades apresentadas nesse gráfico e nas reuniões com o especialista em análise comportamental foi possível desenvolver os formulários 1, 2 e 3 dos apêndices A, B e C, respectivamente.

Após analisar os agrupamentos realizados por alguns dos 28 autores e discuti-los junto à especialista, foi possível categorizar as habilidades em competências chaves divididas em cinco níveis denotados por N0, N1, N2, N3 e N4, linhas pontilhadas na figura 23. Os quadros destacados no nível N0 formam as habilidades<sup>40</sup>, que em grupos de dois ou três elementos formam as competências destacadas no nível N1, os níveis N2, N3 e N4 são formados pelos agrupamentos das competências em nível inferior. Para exemplificar tem-se o agrupamento de habilidades planejamento, organização e gestão de tempo (nível N0) que juntas formam a competência gerenciamento (nível N1), já a junção das competências interesse e responsabilidade (nível N1) formam a competência maior comprometimento (nível N2), que junto a gerenciamento forma as competências de gestão (nível N3), que junto das competências de comunicação e inovação e as competências sociais formam a competência liderança (nível N4), modelo similar pode ser encontrado em Bohlouli et al. (2017).

Essa organização está de acordo com a estrutura hierárquica mencionada na seção 5.3.2, que visa evitar a explosão combinatória imposta a base de conhecimento formada por muitas variáveis em um SE com LF. A seção 6.3, em que serão discutidos os resultados do processo de modelagem, justifica a necessidade desse tipo de estrutura.

## 6.2 RESULTADOS DO ESTUDO DE CAMPO

As OD ocorridas durante a etapa de estudo de campo forneceu uma quantidade significativa de dados referentes 19 estudantes do IFRJ. Aqui pode-se destacar as percepções de três atores: os observadores, estudantes de psicologia que indicaram o grau de habilidade de cada um dos estudantes participantes em cada sessão de AL; o professor que, assim como os observadores, indicou o grau de habilidades dos estudantes após a última sessão de AL e, por fim; os estudantes do IFRJ que se auto avaliaram e avaliaram seus pares nas sessões de AL<sup>41</sup>

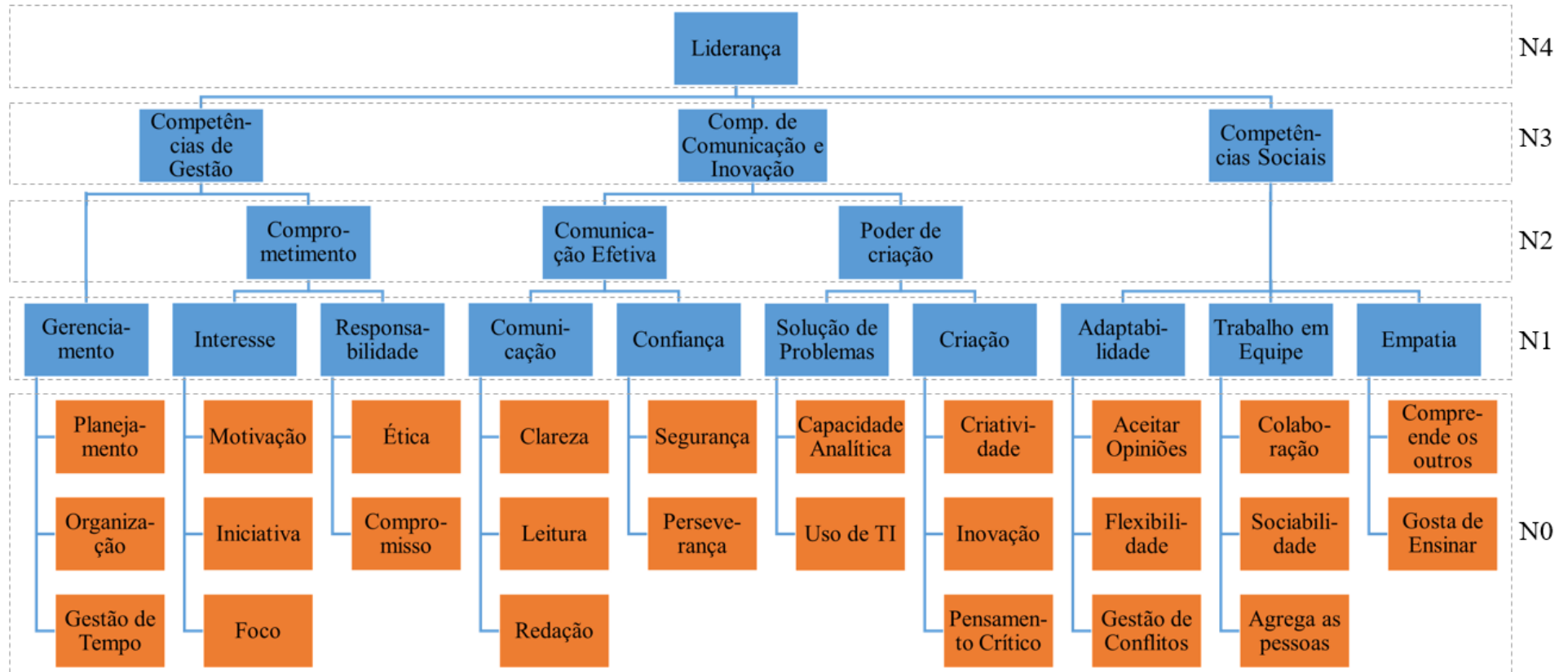
Vale ressaltar que as percepções coletadas pelos observadores e professor serviram como mecanismo exploratório para o pesquisador e especialista conhecerem o comportamento dos estudantes nas sessões de AL. Já os dados avaliados pelos estudantes, além de servirem para descrever o perfil individual de cada um, serviu para comparar com o perfil indicado pelos observadores e professor, e ainda, formou o conjunto de dados de entrada do FSSA na etapa de simulação do sistema. Por fim, todos esses dados serviram como apoio no processo de validação do FSSA.

---

<sup>40</sup> Apesar de ser uma HS, a habilidade Uso de TI também é avaliada pelo FSSA.

<sup>41</sup> Todas as conclusões apresentadas nesta seção são válidas apenas para o grupo amostrado, sem qualquer intenção de inferências estatísticas populacionais.

Figura 23 – Estrutura de classificação/categorização das HC



Fonte: Produção do próprio autor.



### 6.2.1 Percepções dos observadores

Em cada uma das 7 sessões de AL, munidos dos formulários 1 e 2, apêndices A e B, os observadores indicavam as suas percepções sobre as habilidades dos estudantes. Por exemplo, na figura 24, destaca-se os dados coletados pelo observador O2 com referência aos estudantes da equipe E2, numa determinada sessão de AL.

Figura 24 – Observador O2 referente aos membros do grupo E2

O2  
Formulário 1: para observação dos psicólogos

Nesse formulário o primeiro nome e a primeira letra do sobrenome dos integrantes do grupo, deverão ser colocados nas lacunas abaixo ao título "Aluno", exemplo "André S.". Notas de 0 a 5 deverão ser colocadas em cada uma das linhas da tabela abaixo, onde 0 indica que não apresentou a habilidade, 1 indica habilidade MUITO BAIXA na característica indicada, 2 indica habilidade BAIXA, 3 indica habilidade MODERADA, 4 indica habilidade ALTA e 5 indica habilidade MUITO ALTA.

Características	A06	A07	Aluno	A09	A08
Apresentou Planejamento para realização das atividades.	3	2	3	2	3
Apresentou Organização para realização das Atividades	4	3	3	3	4
É proativo (toma as ações antes de ser solicitado)	4	2	2	3	4
Sabe lidar com os conflitos	3	1	3	1	3
Sabe agregar a pessoa	5	2	3	2	3
Gosta de ensinar os colegas	3	3	2	3	4
Fez a leitura e/ou assistiu os vídeos do material extraclasse.	4	3	3	3	4
Agiu com segurança e firmeza no seu posicionamento	3	1	4	0	3
Tem empatia e compreende as dificuldades dos colegas	4	3	3	3	4
Teve uma ideia criativa	0	0	0	0	3
Prestou atenção nas ideias dos colegas	4	4	3	4	3
Começou a atividade sem intervenção do professor	4	3	2	2	4
Contribuiu com a equipe	5	3	3	3	4
Atuou de forma colaborativa	5	3	3	3	5
Se preocupa com o grupo como um todo	5	4	2	4	4
Usa as ferramentas da internet e TI com facilidade	4	3	4	3	4
Se comunica com facilidade e clareza	3	2	3	3	4
É sociável	4	1	3	4	4
Esteve focado e concentrado nas atividades	5	3	2	3	4
Foi flexível e tolerante com os colegas	4	4	4	2	3
Apresentou capacidade Analítica e Crítica	4	4	4	3	3
É influente entre os colegas	4	2	3	3	3
Foi perseverante e insistente	5	3	2	2	3
Demonstrou interesse	5	4	3	4	4

Fonte: Produção do próprio autor.

Nesta figura, e em todas as figuras a seguir, todos os termos que pudessem identificar os nomes dos estudantes e/ou observadores foram cobertos por uma barra cinza.

No formulário 2, diferentemente do formulário semiestruturado da figura 24, os observadores podiam descrever abertamente suas percepções sobre os estudantes. Como exemplo, tem-se os dados coletados pelo observador O4 com referência aos estudantes da equipe E4, figura 25.

Figura 25 – Observador O4 referente aos membros do grupo E4

O04 [REDACTED]

**Formulário 2: para observação dos psicólogos**

Use como referência as palavras do quadro abaixo para descrever características subjetivas dos alunos do grupo (use sinal de + quando ele possui a característica ou sinal de – quando ele possui o contrário dessa característica). Caso queira destacar informações que extrapolam as palavras do quadro, fique à vontade.

Planejamento / Programação / Organização ; Leitura / Interpretação / Compreensão ; Firmeza / Segurança / Decisão ; Empatia / Entendimento / Compreensão ; Criatividade / Engenhosidade / Imaginação ; Aceitar opiniões / Aceitar ponto de vista / Acolher ideias ; Iniciativa / Pro atividade / Atitude ; Inovação / Novidade / Originalidade ; Ética / Moral / Princípios ; Social / Coletivo / Global ; Uso de TI / Pesquisa online / Uso de Aplicativos ; Clareza de ideias / Compreensível / Perceptibilidade ; Cortês / Sociável / Comunicativo ; Focado / Interessado / Concentrado ; Flexibilidade / Maleabilidade / Tolerância ; Capacidade Analítica / Crítico / Minucioso ; Influyente / Prestigiado / Respeitado ; Perseverante / Obstinado / Determinado ; Negociação; Agrega Pessoas ; Desenvolvimento de Pessoas; Sabe Lidar com Conflitos		
Aluno: [REDACTED] <b>A16</b> Se irritou com o grupo. Não quis participar das fotos. Disperso	Aluno: [REDACTED] <b>A18</b> Não <del>ou</del> utilizou nenhum material durante a aula. Tem demonstrado mais interesse durante as aulas mais continua com breves falas. - Apresentou o trabalho p/ turma (professor falou mais você está muito animado p/ apresentar kkk mais na verdade não.) - Tabela 5 (compuro com a explicação, mas não o nome da tabela, título ok, linha ok, colunas ok, fonte ok)	Aluno: [REDACTED] <b>A17</b> Bastante Organizado Utilizou redes sociais
Aluno: [REDACTED] <b>A19</b> Possui bastante desenvoltura ao utilizar equipamentos de TI (notebook). Focado - Intimidado Mais influente do grupo.	Aluno: [REDACTED] <b>A15</b> Ficou de costas e separado do grupo durante a atividade. Hoje está bastante distante do grupo. Sem uniforme ⊕ comunicativo Inteligente	<b>Observações Gerais</b> - grupo mudou de lugar para ficar mais perto dos equipamentos de TI. - Chei positivo regridar por meio de "fotos" os grupos trabalhando. - O grupo do lado colou música no notebook e as pincas gostaram. - Apresentações de gráficos e tabelas. (Mais para frente eles terão apresentações em seminários) "Treinamento" - Grupo do lado desligou o PC do "meu" e eles não tinham salvo o trabalho e estavam pensando para o pendrive para a apresentação. Eles ficaram "lolados". - Notei nas últimas reconhecendo o pendrive, tiveram contratempos para apresentar. - Apresentaram pela tabela que o professor fez, pois não conseguiram salvar o trabalho e nem enviar por email.

Fonte: Produção do próprio autor.

Como foram 7 sessões de AL com 4 observadores, obteve-se um retorno de 28 formulários do tipo 1 e do tipo 2 com as habilidades dos 19 estudantes, formando assim o conjunto de informações que gerou planilhas com perfil individual dos estudantes, como na figura 26, que sintetiza as percepções do observador O2 sobre o estudante A06 em cada uma das 7 sessões de AL.



Figura 26 – Observador O2 referente ao estudante A06

Observações realizadas pelos psicólogos ao longo das aulas (A06)								
Habilidades	A melhor avaliação	Datas de análise (sessões de MA)						
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
<i>Doutor</i> + - A → Apresentou Planejamento para realização das atividades.		4	4	3	4	3	3	
B → Apresentou Organização para realização das Atividades		4	4	4	4	4	3	2
C → É proativo (toma as ações antes de ser solicitado)		4	5	4	3	4	3	
Sabe lidar com os conflitos	* 1	3	4	3	3	2	2	1
Sabe agregar a pessoa	* 2	3	4	5	3	2	2	1
Gosta de ensinar os colegas		3	3	3	4	2	3	
Fez a leitura e/ou assistiu os vídeos do material extraclasse.	+	3	5	4	5	5	4	
Agiu com segurança e firmeza no seu posicionamento		4	4	3	4	3	4	1
+ - F → Tem empatia e compreende as dificuldades dos colegas	+	2	4	4	4	3	3	1
Teve uma ideia criativa		4	4					
→ Prestou atenção nas ideias dos colegas		3	5	4	4	3	3	
→ F → Começou a atividade sem intervenção do professor	+	3	5	4	3	4	4	
→ Contribuiu com a equipe			5	5	5	5	5	3
→ Atuou de forma colaborativa			5	5	5	4	5	
+ - I → Se preocupa com o grupo como um todo		3	4	5	4	3	3	2
→ Usa as ferramentas da internet e TI com facilidade		3	5	4	4	4	5	3
→ Se comunica com facilidade e clareza		4	4	3	5	4	5	2
→ É sociável		4	4	4	5	4	4	
→ Esteve focado e concentrado nas atividades		4	5	5	5	5	4	1
+ - J → Foi flexível e tolerante com os colegas		3	4	4	4	3	3	
+ - K → Apresentou capacidade Analítica e Crítica		4	5	4	3	3	3	1
→ É influente entre os colegas		3	5	4	5	3	4	
→ Foi perseverante e insistente		4	5	5	5	3	3	
→ Demonstrou interesse		4	5	5	5	5	5	
Observador		Especialista	O2	O2	O2	O2	O2	O2

A - confere	G - confere + ou -	M - confere	S - confere	1 confere junt. hab.
B - confere	H - confere	N - confere	T - confere	
C - confere	I - * confere acompanha pos. 2 vez.	O - confere		
D - confere junt. H	J - confere	P - confere acompanha pos. 2 vez.		
E - confere	K - confere	Q - confere		
F - confere junt. H.	L - confere	R - confere + ou -		

Fonte: Produção do próprio autor.

Com o conjunto de dados coletados a partir desses formulários e das transcrições dos áudios das entrevistas gravadas com os mesmos observadores, foi possível traçar o perfil individual de cada um dos 19 estudantes participantes da pesquisa. O quadro 11, sintetiza o perfil dos estudantes da equipe E1 na visão do observador O1. Nesse quadro, destacam-se com perfil de liderança dos estudantes A02 e A04; com perfil comunicativo A02 e A03; e de relacionamento interpessoal o estudante A03.

Quadro 11 – Percepções do observador O1 referente aos membros da equipe E1

Observado	Observação
A01	Não tem características de liderança. O mais introvertido do grupo. Pouco comunicativo e inicialmente muito desinteressado. Ao longo das sessões aumentou o interesse e passou a fazer as atividades. Pouco sociável. No último encontro foi muito proativo.
A02	Tem características de líder, porém tem o hábito de intimidar os colegas. Bem comunicativo e interessado. Mais equilibrado, nem muito tímido, nem muito desinteressado. Fazia todas as tarefas e na maioria das sessões tomava iniciativa. As vezes ficava meio desligado.
A03	O mais comunicativo do grupo e sociável do grupo. Não apresentou características de líder. Não tinha muita facilidade com as atividades. Ficava intimidado e inseguro por conta dos erros, ficando disperso. Tinha pouco interesse, por conta da insegurança. Teve destaque na apresentação final.
A04	Apresentou características de líder. Tem maior competência de agregar. Todos param para ouvi-lo. É individualista. Tem planejamento e organização. Intimidava os colegas, sendo rude em alguns momentos, chegou a chamar alguns colegas de "burros". Não gosta de ensinar. Apesar de enxergá-lo como líder os colegas se sentiam intimidados. Pouco tolerante.
A05	Não se destacou de forma alguma. Ficava isolado do grupo e desinteressado. Foi o que menos participou. Aparente ficava inseguro perto dos colegas.

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 12, sintetiza o perfil dos estudantes da equipe E2 na visão do observador O2. Aqui, destacam-se com perfil de liderança e comunicação dos estudantes A06 e A08; e de relacionamento interpessoal dos estudantes A08 e A09.

Quadro 12 – Percepções do observador O2 referente aos membros da equipe E2

(continua)

Observado	Observação
A06	Tem características de líder e é comunicativo. Extrovertido. Tomava mais à frente. Porém não delegava tanto as tarefas. Mais individualista. Muito concentrado. Pouco democrático. Não agregou as pessoas. Muito proativo. Fazia todas as atividades e cumpria os prazos. Muito dedicado. Muito pragmática. Muito seguro na fala. Ouvia pouco o grupo. Muito perseverante. Não foi bem na apresentação final.

Quadro 12 – Percepções do observador O2 referente aos membros da equipe E2

(conclusão)

Observado	Observação
A07	Introvertido. Não tem características de liderança. Pouco comunicativo. Fazia todas atividades explicando aos colegas. Melhorou a comunicação ao longo das sessões chegando a ensinar as colegas. Os argumentos eram bem sólidos e as colegas não rebatiam. Socialização baixa. Muito concentrado. Ao longo das sessões melhorou a socialização. Na apresentação final esteve bem seguro.
A08	É comunicativo e tem características de líder. Delegava as atividades. Mais empático, líder mais democrático. Agregou as pessoas. Dividia as dúvidas com o grupo. Gosta de ensinar. Gostava de entender e fazer o grupo entender. Aumentou a segurança ao longo das sessões. É muito proativo. Não foi bem na apresentação final.
A09	Inicialmente estava bem introvertido. Não tem características de liderança. Não se posicionava muito. Precisa de um tempo para se posicionar no grupo. Tinha certa oscilação de comportamento. É bem empático, ouve bem os colegas. Não era muito de sustentar a sua opinião. Precisa de alguém para sustentar suas teses. É muito maleável. As vezes disperso, as vezes focado. Não foi bem na apresentação final.

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 13, sintetiza o perfil dos estudantes da equipe E3 na visão do observador O3. Aqui, destacam-se com perfil de liderança os estudantes A12 e A13, de comunicação e relacionamento interpessoal dos estudantes A11 e A13.

Quadro 13 – Percepções do observador O3 referente aos membros da equipe E3

(continua)

Observado	Observação
A10	Aluno reservado e bem introvertido. Não tem características de liderança. Inicialmente com pouca interação com o grupo, porém sempre fazendo as atividades, porém de forma individual. Passou a interagir mais ao longo das sessões. É muito focado, principalmente nas atividade envolvendo TI. Interagiu bastante nas últimas sessões. Foi bem na apresentação final, se destacando. Teve ótima evolução. O interesse aumentou ao longo das sessões, evoluindo também em socialização.
A11	Bem extrovertido. Tem pouca características de líder. É muito disperso, porém fazia as atividade. Apesar de ser muito comunicativo não foi bem na apresentação final, ficando ansioso e nervoso.
A12	Apresenta certa liderança no grupo. É concentrado, muito sério e interessado. Faz tudo que é proposto, não é muito de brincadeira. Se comunica de acordo com o necessário. Auxilia os colegas tirando dúvidas. Tem análise crítica. Teve boa fala na apresentação, porém baixa. Apresentou domínio dos conceitos com bom planejamento. É um pouco introvertido.

Quadro 13 – Percepções do observador O3 referente aos membros da equipe E3

(conclusão)

Observado	Observação
A13	Agrega os membros do grupo. Tem características de liderança, sempre delegando as atividades aos colegas. Os colegas se reportavam a ele para saber se as coisas estavam no caminho certo, é uma pessoa de referência no grupo. Gosta de ensinar os membros da equipe. É muito organizado e tem planejamento, com poder de síntese e sempre resumindo o conteúdo no caderno. Apesar de pequena, sua fala na apresentação final foi muito relevante, tomando o controle e explicando os conceitos no quadro.
A14	Se dedicava mais as atividades envolvendo TI. Não tem característica de líder. Se auto define como preguiçoso. Muito disperso, com leve melhora ao longo das sessões. Melhorou a participação ao longo do tempo. Teve bastante fala na apresentação final. Um pouco introvertido.

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 14, sintetiza o perfil dos estudantes da equipe E4 na visão do observador O4. Aqui, destacam-se com perfil de liderança dos estudantes A15 e A19, de comunicação os estudantes A15, A17 e A19; e de relacionamento interpessoal dos estudante A15, A17, A18 e A19.

Quadro 14 – Percepções do observador O4 referente aos membros da equipe E4

Observado	Observação
A15	Tem característica de líder. É muito comunicativo. Tem autonomia. Sabe trabalhar em equipe. Se socializa bem. Sabe expor as suas opiniões. É muito criativo. Tem iniciativa e Clareza de ideias.
A16	Não apresenta característica de líder. Não é muito comunicativo e não tem autonomia. Não teve boa socialização e não trabalha bem em equipe. Muito disperso e muito desanimado. Houve uma piora no decorrer das sessões. Não foi bem na apresentação final.
A17	Não tem características de liderança, porém é comunicativo. Se socializa bem. Consegue trabalhar em equipe. Fez as atividades propostas. Gosta de ajudar os colegas do grupo e de outros grupos.
A18	Não apresenta características de liderança. É comunicativo, porém com coisas não relacionadas ao trabalho. Não é autônomo. Se socializa bem com o grupo. Não trabalha bem em equipe. Brinca muito e se dispersa com facilidade. Melhorou ao longo das sessões. Não foi bem na apresentação final.
A19	Tem característica de líder, se comunica bem. Tem bastante autonomia. Se socializa bem. Sabe trabalhar em equipe e é muito influente no grupo. É muito focado. Bem reservado. Ajudou bastante o grupo no decorrer das atividades.

Fonte: Produção do próprio autor.

Com base na etapa teórico/conceitual e nas reuniões com o especialista, tomou-se como principais competências a serem analisadas pelos observadores a Liderança, a Comunicação Efetiva, o Relacionamento Interpessoal, o Gerenciamento, o Comprometimento e o Poder de Criação. O quadro 15 apresenta um resumo do perfil individual de cada um dos estudantes nessas cinco competências, em

que o termo “Tem” indica que o estudante possui a competência indicada, “Ñ tem” sendo o oposto do caso anterior e “Pouco” indica baixa aptidão em habilidades voltadas a competência indicada.

Quadro 15 – Perfil individual dos estudantes na percepção dos observadores

Observador Equipe	Estudante	Líder	Com. Efetiva	Relac. Inter.	Gerem.	Compro.	Poder Criação
O1 - E1	A01	Ñ tem	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco
	A02	Tem	Tem	Ñ tem	Tem	Tem	Pouco
	A03	Ñ tem	Pouco	Tem	Tem	Tem	Pouco
	A04	Tem	Pouco	Ñ tem	Tem	Tem	Tem
	A05	Ñ tem	Pouco	Ñ tem	Pouco	Pouco	Pouco
O2 - E2	A06	Tem	Tem	Pouco	Tem	Tem	Pouco
	A07	Ñ tem	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco
	A08	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem
	A09	Ñ tem	Pouco	Tem	Tem	Tem	Pouco
O3 - E3	A10	Ñ tem	Ñ tem	Pouco	Ñ tem	Pouco	Pouco
	A11	Pouco	Tem	Tem	Ñ tem	Pouco	Pouco
	A12	Tem	Pouco	Pouco	Pouco	Tem	Pouco
	A13	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Pouco
	A14	Ñ tem	Ñ tem	Pouco	Ñ tem	Pouco	Pouco
O4 - E4	A15	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem
	A16	Ñ tem	Ñ tem	Ñ tem	Pouco	Pouco	Pouco
	A17	Ñ tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem
	A18	Ñ tem	Pouco	Tem	Pouco	Pouco	Pouco
	A19	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem

Fonte: Produção do próprio autor.

No caso das competências Liderança, Comunicação Efetiva e Relacionamento Interpessoal, priorizou-se a transcrição dos áudios gravados nas reuniões com os observadores, haja vista que o aprofundamento nas discussões promovido pela entrevista não estruturada forneceu melhores resultados frente a subjetividade e complexidade da análise dessas competências. Já a análise das competências Gerenciamento<sup>42</sup>, Comprometimento<sup>43</sup> e Poder de criação<sup>44</sup> foi obtida a partir dos dados coletados no formulário 1, ver apêndice A, em que os estudantes foram avaliados com notas de 1 a 5 (inteiros), em que 1 indicava habilidade “Muito Baixa”, 2 “Baixa”, 3 “Moderada”, 4 “Alta e 5 “Muito Alta”. Para cada uma das três competência foi calculado a média aritmética  $\bar{x}$  das notas das habilidades por estudante.

Os critérios linguísticos adotados para descrever o perfil do estudante nessas competências foram:

- Se  $\bar{x} > 3$  então o estudante “Tem” a competência avaliada;
- Se  $2 < \bar{x} \leq 3$  então o estudante tem “Pouco” da competência avaliada;

<sup>42</sup> Itens do formulário 1 que formaram a competência Gerenciamento: Apresentou Planejamento para realização das atividades; e Apresentou Organização para realização das Atividades.

<sup>43</sup> Itens do formulário 1 que formaram a competência Comprometimento: É proativo (toma as ações antes de ser solicitado); Começou a atividade sem intervenção do professor; Esteve focado e concentrado nas atividades; e Demonstrou interesse.

<sup>44</sup> Itens do formulário 1 que formaram a competência Poder de criação: Apresentou capacidade Analítica e Crítica; Usa as ferramentas da internet e TI com facilidade; e Teve uma ideia criativa.

- Se  $\bar{x} < 2$  então o estudante “Ñ tem” a competência avaliada.

A partir das reuniões com os observadores e análise dos resultados chegou-se a alguns pontos a serem relatados:

- Os observadores relataram que, dependendo do tipo de atividade proposta em uma sessão de AL, algumas habilidades ficam mais evidentes do que outras. Por exemplo, uma sessão envolvendo pesquisa na internet enfatiza mais as habilidades de uso de TI, capacidade analítica e leitura, deixando em segundo plano habilidades como segurança, clareza de ideias e criatividade, já uma sessão de apresentação em seminário enfatiza mais as últimas habilidades citadas em detrimento das primeiras;
- Além disso, eles relatam a dificuldade em avaliar em alguns estudantes habilidades como inovação, criatividade, ética, etc. Alguns casos são muito introspectivos e outros podem ser melhor identificados pelos pares do que pelos observadores. Por exemplo, é mais fácil um estudante avaliar que seu colega está sendo antiético do que um observador, há nuances que os estudantes não deixaram ser visíveis a um membro externo;
- O perfil individual dos estudantes de uma determinada equipe foi obtido a partir da percepção particularizada do observador encarregado de acompanhar aquela equipe. Após análise dos dados percebeu-se que houve algumas discrepâncias entre a classificações dos observadores, ou seja, um observador mais exigente e crítico tendeu a dar notas mais baixas do que um observador mais flexível e tolerante.

Diante a essas colocações, nas sessões seguintes, os perfis individuais de cada um dos estudantes na percepção de cada um dos atores (observadores, professor e estudantes) foram comparados dois a dois (observadores x professor), (observadores x estudantes) e (professor x estudantes), a fim de identificar as principais nuances no ponto de vista desses avaliadores. Em seguida, esses resultados foram utilizados para o desenvolvimento da base de conhecimento e para o processo validação do SE. Além disso, a unicidade da avaliação de competências proposta pelo SE, impediu a ambiguidade de percepções promovida por diferentes observadores.

### 6.2.2 Percepções do professor

O professor que conduziu as aulas apresentou ao término das sessões de AL o perfil de cada um dos 19 estudantes, usando como referência o formulário 1, apêndice A, deixando uma pequena descrição sobre cada aluno ao término da entrevista, na figura 27 é apresentado uma síntese dos resultados dessa entrevista com referência ao estudante A10.



Figura 27 – Observações realizadas pelo professor com referência ao estudante A10

Observações realizadas pelo professor <b>A10</b>	
Habilidades	Análise
Apresentou Planejamento para realização das atividades.	As vezes
Apresentou Organização para realização das Atividades	Sim
É proativo (toma as ações antes de ser solicitado)	Sim
Sabe lidar com os conflitos	Não observado
Sabe agregar a pessoa	Aparentemente não
Gosta de ensinar os colegas	Não observado
Fez a leitura e/ou assistiu os vídeos do material extraclasse.	Sim
Agiu com segurança e firmeza no seu posicionamento	As vezes
Tem empatia e compreende as dificuldades dos colegas	Não observado
Teve uma ideia criativa	Sim
Prestou atenção nas ideias dos colegas	As vezes
Começou a atividade sem intervenção do professor	Sim
Contribuiu com a equipe	Sim
Atuou de forma colaborativa	Sim
Se preocupa com o grupo como um todo	Aparentemente Sim
Usa as ferramentas da internet e TI com facilidade	Sim
Se comunica com facilidade e clareza	Sim, fez uma ótima apresentação final.
É sociável	Pouco
Esteve focado e concentrado nas atividades	Sim
Foi flexível e tolerante com os colegas	Não observado
Apresentou capacidade Analítica e Crítica	Sim
É influente entre os colegas	Aparentemente Sim
Foi perseverante e insistente	Sim
Demonstrou interesse	Sim
<b>Análise Geral</b>	<b>Aparentemente é um garoto introvertido de pouca fala. Se mostrou interessado nas atividades, sempre focado nas partes envolvendo TI. Apresentou desenvolvimento evolutivo nas sessões de MA. Teve boas interações pelo zap.</b>

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 16, apresenta o perfil descritivo de cada estudante da equipe E1 apresentado na análise geral realizada pelo professor da turma (figura 27). Destaca-se aqui a liderança de A04, a comunicação de A02 e o relacionamento interpessoal de A03. Coincidindo em parte com os achados dos observadores.

Quadro 16 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E1 apresentado pelo professor da turma

<b>Estudante</b>	<b>Perfil descritivo</b>
A01	Aparentemente é introvertido, envolvido pouco nas atividades e quase nunca fazia as tarefas extraclasse. Nas últimas sessões mostrou um pouco mais de interesse. Teve pouca interação no fórum.
A02	Aparentemente um aluno interessado e participativo. Apresenta dificuldades conceituais, porém sempre disposto em saná-las. É comunicativo. Teve boas interações no fórum.
A03	Sempre extrovertido e brincalhão. Aparentemente assistia os vídeos extraclasse. Aparentemente não apresentava liderança. Apresentava um certa preguiça ao iniciar as sessões de AL que ia se perdendo ao longo da atividade. Teve interações no fórum.
A04	Muito ativo, apresentou certa liderança na equipe e esteve sempre focado nas atividades. Sempre organizado fez todas as atividades extraclasse e assistiu aos vídeos sempre tirando suas dúvidas pelo fórum.
A05	Pouco interessado e participativo. Precisava ser chamado a atenção para fazer as atividades. Não se sabe se é por pouca influência no grupo ou preguiça. Teve algumas interações pelo fórum.

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 17, apresenta o perfil descritivo de cada estudante da equipe E2. Destaca-se aqui a liderança de A06 e A08, a comunicação de A06, A08 e A09; e o relacionamento interpessoal de A08 e A09. Coincidindo com os achados dos observadores.

Quadro 17 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E2 apresentado pelo professor da turma

(continua)

<b>Estudante</b>	<b>Perfil descritivo</b>
A06	Aluno sempre presente, comunicativo e em dia com as atividades. Geralmente se queixava das atividades e fazia brincadeiras com os vídeos. Aparentemente organizado. Com certa liderança no grupo. Sempre tirando dúvidas pelo fórum.
A07	Aluno tímido e introvertido. Apresentou melhora significativa na comunicação e atividades. Esteve sempre envolvida nas atividades. Não tirou dúvidas no fórum.
A08	Aluno sempre presente, comunicativo e ativo. Sempre esteve envolvido nas atividades auxiliando os colegas de grupo. Aparenta certa liderança entre os colegas. Interagiu pelo fórum.



Quadro 17 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E2 apresentado pelo professor da turma

(conclusão)

<b>Estudante</b>	<b>Perfil descritivo</b>
A09	Apresentemente extrovertido e comunicativo. Tem boa relação com os membros da equipe, porém oscila entre pro atividade e inatividade. Na maioria das sessões esteve envolvido nas atividades. Praticamente não interagiu pelo fórum.

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 18, apresenta o perfil descritivo de cada estudante da equipe E3. Destaca-se aqui a liderança de A12 e A13, a comunicação de A11; e o relacionamento interpessoal de A11 e A13. Coincidindo em quase a totalidade com os achados dos observadores.

Quadro 18 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E3 apresentado pelo professor da turma

<b>Estudante</b>	<b>Perfil descritivo</b>
A10	Apresentemente é um garoto introvertido de pouca fala. Se mostrou interessado nas atividades, sempre focado nas partes envolvendo TI. Apresentou desenvolvimento evolutivo nas sessões de AL. Teve boas interações pelo fórum.
A11	É bem sociável e comunicativo. Sempre assistia os vídeos e apresentava suas observações. Apresentemente ficava meio disperso nas sessões de AL. Teve boas interações no fórum.
A12	Interessado e participativo. Com postura sempre séria e comprometido com as atividades. Apresenta certa liderança na equipe. Sempre em contato com o professor pelo fórum.
A13	Sempre focado nas atividades, gosta de ensinar aos colegas e é muito organiza-do. Apresenta certa liderança. Interagiu pelo fórum.
A14	Apresentemente interessado, pouco influente, medianamente participativo. Muito pouca interação no fórum.

Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 19, apresenta o perfil descritivo de cada estudante da equipe E4. Nessa equipe o professor não indicou estudantes com perfil comunicativo e de relacionamento interpessoal, diferentemente do observador.

Quadro 19 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E4 apresentado pelo professor da turma

(continua)

<b>Estudante</b>	<b>Perfil descritivo</b>
A15	Inicialmente e aparentemente, apresentava interesse nas atividades. Porém nas últimas atividades foi perdendo a motivação e o interesse, não assistindo ao material extraclasse. Pode ter havido algum problema no grupo. Teve razoável interação pelo fórum depois que chamei a atenção da equipe.

Quadro 19 – Perfil descritivo dos estudantes da equipe E4 apresentado pelo professor da turma

(conclusão)

Estudante	Perfil descritivo
A16	Um pouco intolerante, tem baixa iniciativa e perde rapidamente o foco se não houver alguém para chamar a atenção. Tem fácil comunicação, porém não insiste no seu posicionamento. É impaciente. Pouco interagiu pelo fórum depois que chamei a atenção da equipe.
A17	Apesar de aparentar uma preocupação maior em relação as atividades (principalmente no início), isso veio se perdendo ao longo das sessões. Não se sabe se houve um racha no grupo, pois essa percepção aconteceu em todos os membros da sua equipe de projeto. Apresenta certa liderança. Da sua equipe foi o que mais interagiu pelo fórum.
A18	Aparentemente tem pouca influência na equipe, esteve meio disperso nas primeiras sessões vindo a melhorar a pro atividade nas sessões centrais. A percepção de melhora acabou se perdendo quando a equipe o acusou de não fazer a parte final do projeto. Teve razoável interação pelo fórum depois que chamei a atenção da equipe.
A19	Apesar de apresentar interesse nas primeiras sessões, o interesse foi diminuindo ao longo das aulas, aparentemente algum problema na equipe. Aparentemente o projeto de pesquisa da sua equipe não foi bem conduzido deixando tudo para última hora. Teve bastante interação pelo fórum depois que chamei a atenção da equipe.

Fonte: Produção do próprio autor.

Fica evidente que, apesar de haver algumas coincidências nos achados, a visão do professor é diferente da visão dos observadores, seja por não ter condições de estar próximo de todas as equipes em todos os instantes (o que é vantagem para os observadores) ou seja por ter uma expertise maior do que a dos observadores quando se trata de entender o comportamento dos estudantes (o que é vantagem para o professor).

Após uma análise comparativa entre o perfil dos estudantes apresentadas pelos observadores nos quadros 11, 12, 13 e 14 da seção anterior e o perfil descritivo apresentado pelo professor, nos quadros 16, 17, 18 e 19 desta seção, pode-se destacar que houve algumas divergências na percepção desses atores:

- No caso do estudante A2, diferentemente do observador O1, o professor não relatou que ele intimidava os colegas, provavelmente este tipo de comportamento o estudante não deixou transparecer ao professor;
- As maiores divergências foram com relação as percepções do observador O4, no caso do estudante A15 o professor indicou certo desânimo e desinteresse, o que não foi indicado pelo observador. Além disso, O4 percebeu características de liderança em A15, o que não foi relatado pelo professor;
- Para o professor A16 tem pouca liderança e comunicação, já para O4 o estudante não é comunicativo e nem líder;
- Para o professor A17 tem características de liderança, já O4 não observou isso no estudante;

- No caso de A19, O4 o percebe como líder do grupo, contrariando o posicionamento do professor.

As convergências e divergências entre as percepções do professor e dos observadores ficam mais evidentes na comparação entre o quadro 15 e o quadro 20, que descreve o perfil individual dos estudante na percepção do professor.

Quadro 20 – Perfil individual dos estudantes na percepção do professor da turma

Equipe	Estudante	Líder	Com. Efetiva	Relac. Inter.	Geren.	Compro.	Poder Criação
E1	A01	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
	A02	Pouco	Tem	Tem	Pouco	Tem	Ñ tem
	A03	Ñ tem	Pouco	Tem	Pouco	Pouco	Ñ tem
	A04	Tem	Tem	Pouco	Tem	Tem	Tem
	A05	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
E2	A06	Tem	Tem	Pouco	Tem	Tem	Pouco
	A07	Pouco	Pouco	Tem	Tem	Tem	Ñ tem
	A08	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Pouco
	A09	Pouco	Pouco	Tem	Tem	Tem	Ñ tem
E3	A10	Pouco	Tem	Pouco	Tem	Tem	Tem
	A11	Pouco	Pouco	Tem	Pouco	Pouco	Ñ tem
	A12	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem
	A13	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem	Tem
	A14	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Pouco
E4	A15	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
	A16	Pouco	Pouco	Ñ tem	Ñ tem	Ñ tem	Ñ tem
	A17	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco
	A18	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
	A19	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem

Fonte: Produção do próprio autor.

Na figura 28, as barras azuis descrevem o percentual de conceitos que coincidiram entre as percepções do observadores (quadro 15) e percepção do professor (quadro 20)<sup>45</sup>, as barras laranjas indicam o percentual de conceitos em que os observadores (quadro 15) tiveram uma percepção próxima a percepção do professor (quadro 20)<sup>46</sup>, já as barras cinzas indicam percentual de conceitos percebidos de forma oposta entre observador (quadro 15) e professor (quadro 20)<sup>47</sup>.

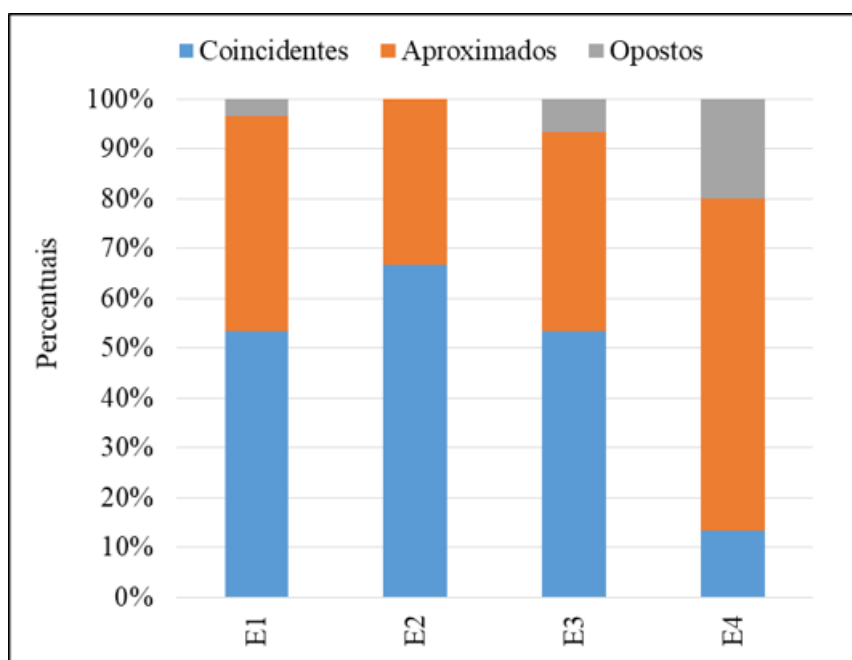
Na a equipe E1 53,3% (16 de 30 casos) dos conceitos indicados pelo professor coincidem com os indicados pelos observadores; na equipe E2 esse percentual avança para 66,7% (16 de 24 casos); na

<sup>45</sup> Exemplo de situação contabilizada nesse percentual: tanto o observador O2 quanto o professor destacaram que o estudante A06 “Tem” Liderança, “Tem” Comunicação Efetiva, tem “Pouco” Relacionamento Interpessoal, “Tem” Gerenciamento e “Tem” Comprometimento, ver quadros 15 e 20.

<sup>46</sup> Esse percentual indica situações em que o observador percebeu que um estudante “Tem” uma habilidade e o professor assinalou que esse mesmo estudante tem “Pouco” dessa habilidade, ou o caso que um dos atores assinalou que o estudantes “Ñ tem” uma habilidade e o outro assinalou que esse mesmo estudante tem “Pouco” dessa habilidade, exemplo: Para o observador O1 o estudante A02 “Tem” Liderança, tem “Tem” Gerenciamento e tem “Pouco” Poder de Criação; já para o professor esse estudante tem “Pouco” Liderança, tem “Pouco” Gerenciamento e “Ñ tem” Poder de Criação.

<sup>47</sup> Exemplo de situação contabilizada nesse percentual: o observador O4 percebeu que o estudante A15 “Tem” Liderança, “Tem” Gerenciamento e “Tem” Poder de criação; já o professor diz o oposto, A15 “Ñ tem” Liderança, “Ñ tem” Gerenciamento e “Ñ tem” Poder de criação.

Figura 28 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre observadores e professor



Fonte: Produção do próprio autor.

equipe E3 esse percentual cai para 53,3% (16/30 casos) e na equipe E04 apenas 13,3% (4 de 30 casos) dos conceitos coincidem entre os relatos desses atores.

Aqui existe uma linha tênue na diferença entre os conceitos indicados, por exemplo, o observador O2 considerou que o estudante A09 “Ñ tem” liderança, já o professor indicou que esse mesmo estudante tem “Pouco” dessa habilidade, é muito complexo em uma análise comportamental e subjetiva de dados, percebida por duas pessoas diferentes, indicar a diferença entre esses dois conceitos. Isso ocorre em vários casos na comparação entre os quadros 15 e 20, logo o baixo percentual de coincidência em alguns casos não pode ser entendido como uma alarmante discrepância de valores, mas sim como visões que podem ser diferentes por uma singela linha de percepção, esses casos são representados pelas barras laranjas.

Alguns resultados importantes a relatar são as percepções opostas, que na equipe E1 chega a 3,3%, na E2 não houve divergência, na E3 6,7% e na E4 20,0% na equipe E4. Esses resultados nos levam a conjecturar a rejeição da hipótese nula do teste  $\chi^2$  (qui-quadrado) a um nível de significância  $\alpha = 0,05$ , declarada por “ $H_0$ : As percepções coincidentes e diferentes<sup>48</sup> entre observadores e professor, independe da equipe avaliada”. O nível descritivo calculado é de  $p \approx 3,8 \times 10^{-4}$  menor que o nível de significância  $\alpha$ , dessa forma confirma-se a rejeição de  $H_0$  concluindo que “As percepções coincidentes e diferentes entre observadores e professor, depende da equipe avaliada”. Logo, pode-se concluir que, vários olhares fornecem percepções diferentes, que em alguns casos pode fornecer um grau maior de confiabilidade na resposta e em outros casos, como no do observador O4 as percepções destoam muito dos demais observadores e do professor.

Diante esse problema, a avaliação de desempenho seria a melhor forma de agrupar as percepções de

<sup>48</sup> Para efeito do teste  $\chi^2$ , as percepções consideradas como “diferentes” é dado pela soma das percepções “aproximadas” e “opostas”.

vários atores e chegar a uma resultante mais fidedigna das SS dos estudantes. Entretanto, por limitações impostas à pesquisa, optou-se por utilizar apenas os resultados da autoavaliação e a avaliação dos pares para construir a base de conhecimento do FSSA (esse desenvolvimento será detalhado na sessão 6.3.2). Pela pessoalidade do convívio entre os estudantes, acredita-se que as percepções na autoavaliação e na avaliação dos pares caracterizaria de forma substancial o perfil de SS dos participantes.

Figura 29 – Autoavaliação e avaliação dos pares feita pelo estudante A12

**Formulário 3: para observação dos alunos do grupo**

Como você foi na atividade de hoje? E os membros da sua equipe nas atividades de hoje? Use ao menos três palavras do lado esquerdo do quadro abaixo para expressar as suas habilidades de destaque positivo e ao menos três palavras do lado direito para expressar as suas habilidades à melhorar (auto-avaliação). Faça o mesmo para expressar as habilidades de seus colegas de equipe.

Planejamento / Programação / Organização	Falta de planejamento/Falta de Programação/Desorganizado
Leitura / Interpretação / Compreensão	Não realizou as leituras / Desentendimento / Incompreensão
Firmeza / Segurança / Decisão	Fraqueza / Insegurança / Dúvida
Empatia / Entendimento / Compreensão	Indiferença / Repulsa / Desprezo
Criatividade / Engenhosidade / Imaginação	Pouco Criativo / Infrutífero / Desimaginoso
Aceitar opiniões / Acolher as ideias	Recusa opiniões / Opor-se / Do contra
Iniciativa / Pro atividade / Atitude	Estagnação / Marasmo / Preguiça
Inovação / Novidade / Originalidade	Normalidade / Trivialidade / Rotineiro
Ética / Moral / Princípios	Antiético / Imoral / Antiregras
Social / Coletivo / Global	Individual / Pessoal / Reservado
Uso de TI / Pesquisa online / Uso de Aplicativos	Dificuldade com TI / Não usa TI para Estudo / Não usa Apps
Clareza de ideias / Compreensível / Perceptível	Incompreensível / Ambíguo / Imprecisão
Cortês / Sociável / Comunicativo	Solitário / Insociável / Falta de Comunicação
Focado / Interessado / Concentrado	Disperso / Desinteressado / Desatento
Flexibilidade / Maleabilidade / Tolerância	Inflexível / Duro / Intolerante
Capacidade Analítica / Crítico / Minucioso	Sintético / Superficial / Sucinto
Influente / Prestigiado / Respeitado	Irrelevante / Trivial / Banal
Perseverante / Obstinado / Determinado	Desistente / Inseguro / Intermitente
Agrega as pessoas	Desagrega as pessoas
Gosta de ensinar	Não gosta de ensinar
Sabe lidar com conflitos	Não sabe lidar com os conflitos

	Destaque positivo	Habilidade à melhorar	Observação Geral
Auto avaliação: [Redacted] A12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabe lidar com conflito</li> <li>• agrega as pessoas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraqueza</li> <li>• Estagnação</li> <li>• Disperso</li> </ul>	
Colega 1: [Redacted] A13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstinado</li> <li>• Social</li> <li>• Ético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambíguo</li> <li>• Reservado</li> <li>• Insegurança</li> </ul>	
Colega 2: [Redacted] A10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de TI</li> <li>• Acolher opiniões</li> <li>• Focado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desistente</li> <li>• Sintético</li> <li>• Imprecisão</li> </ul>	
Colega 3: [Redacted] A14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortês</li> <li>• Compreensível</li> <li>• Decisão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraqueza</li> <li>• Pouco criativo</li> <li>• Individual</li> </ul>	
Colega 4: [Redacted] A11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura</li> <li>• Interpretação</li> <li>• Programação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disperso</li> <li>• Irrelevante</li> <li>• Imoral</li> </ul>	

Fonte: Produção do próprio autor.

### 6.2.3 Percepções dos estudantes

Para coletar as percepções dos estudantes sobre o próprio comportamento e o dos colegas de equipe o formulário 3, apêndice C, foi utilizado. Nele, ao final de cada sessão, os estudantes destacavam três habilidades de destaque positivo e três habilidades a melhorar, a figura 29 apresenta a avaliação feita pelo estudante A12 em uma das sessões de AL. Após a coleta, os dados foram sintetizados conforme figura 30, aqui destacam-se as habilidades positivas de A08, avaliadas por ele mesmo e por seus colegas de equipe, A06, A07 e A09, nas 7 sessões de AL.



Figura 30 – Habilidades positivas de A08 na sua própria percepção e dos colegas

Auto-avaliação e Avaliação dos pares, Pontos Positivos							
A08							
Avaliador							
Datas de análise (sessões de MA)							
	1	2	3	4	5	6	7
A08	PLANEJAMENTO MORAL INICIATIVA	CRÍTICO USO DE APLICATIVOS LEITURA	PESQUISA ONLINE COMPREENSÃO FOCADO	SOCIÁVEL ATITUDE CRÍTICO	PLANEJAMENTO INICIATIVA FOCADO	INICIATIVA USO DE APLICATIVOS ORGANIZAÇÃO	PLANEJAMENTO USO DE APLICATIVOS DECISÃO
A06	PRO ATIVIDADE ACOLHER AS IDEIAS CRIATIVIDADE	ATITUDE ENTENDIMENTO INTERESSADO	CRIATIVIDADE COLETIVO CAPACIDADE ANALÍTICA	INOVAÇÃO INTERESSADO AGREGA AS PESSOAS	COLETIVO ORIGINALIDADE MALEABILIDADE	PRO ATIVIDADE COMPREENSÃO	COMUNICATIVO CAPACIDADE ANALÍTICA
A07	PESQUISA ONLINE CRÍTICA DECISÃO	COMPREENSÃO FOCADO ORGANIZAÇÃO	SEGURANÇA SOCIAL CRÍTICO	PESQUISA ONLINE AGREGA AS PESSOAS INICIATIVA	FOCADO SOCIAL PRO ATIVIDADE	INICIATIVA FOCADO SOCIÁVEL	PLANEJAMENTO FOCADO SOCIAL
A09	USO DE APLICATIVOS COMUNICATIVO CRÍTICA	FOCADO CLAREZA DE IDEIAS	INFLUENTE GOSTA DE ENSINAR FIRMEZA	SOCIAL CAPACIDADE ANALÍTICA OBSTINADO	INFLUENTE FOCADO SOCIÁVEL	SABE LIDAR COM CONFLITOS CAPACIDADE ANALÍTICA FLEXIBILIDADE	FOCADO PERSEVERANTE CAPACIDADE ANALÍTICA

*Habilidades com conf - 1*

<p>② Focado - 9 vezes</p> <p>③ Iniciativa - 5.</p> <p>Cap. Anal - 5.</p> <p>② Crítica - 5</p> <p>③ Planejamento - 4</p> <p>Social - 4</p> <p>③ Uso de Apps - 4</p> <p>① Compreensão - 3</p> <p>Pro Atividade - 3</p>	<p>① Pesquisa Online - 3</p> <p>① Sociável - 3</p> <p>① Organização - 2</p> <p>① Decisão - 2</p> <p>criatividade - 2</p> <p>① Atitude - 2</p> <p>coletivo - 2</p> <p>comunicativo - 2</p> <p>Interessado - 2.</p>	<p>den 4</p> <p>Influente - 2</p> <p>Agrega pessoas - 2</p> <p>① Leitura - 1</p> <p>Firmeza - 1</p> <p>Segurança - 1</p> <p>Entendimento - 1</p> <p>Acolher ideias - 1</p>	<p>Inovação - 1</p> <p>Originalidade - 1</p> <p>① Moral - 1</p> <p>Clareza de Ideias - 1</p> <p>Flexibilidade - 1</p> <p>Maleabilidade - 1</p> <p>Perseverante - 1</p> <p>Obstinado - 1</p> <p>gosta de cons - 1</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Produção do próprio autor.

Além das habilidades positivas, as habilidades a melhorar também foram sintetizadas em relatórios similares ao anterior. Na figura 31, as habilidades a melhorar do estudante A10 foram auto avaliadas e avaliadas por seus colegas A11, A12, A13 e A14, nas 7 sessões de AL.

O relatório individualizado do estudante A13, figura 32, contabiliza a frequência absoluta das habilidades e contra habilidades percebidas pelos estudantes nas 7 sessões de AL. Nele também é indicado a frequência das habilidade na autoavaliação e na avaliação dos pares. Veja nesta figura que o estudante A13 se considerou Organizado em 2 sessões de AL e seus pares também o consideram assim, pois essa habilidade foi assinalada com frequência 12. Como destaca o relatório, em nenhuma das sessões de AL o estudante A13 foi avaliado como desorganizado. Em relação a Clareza de Ideias, A13 não se avalia com essa habilidade porém seus colegas a relatam em 2 situações, já a sua contra habilidade, ou seja, Falta de Clareza, A13 se percebe em 3 situações e seus colegas assinalam essa contra habilidade com frequência 17. Pode-se concluir a partir disso que A13 é um estudante organizado, porém apresenta falta de clareza. Esse modelo de relatório foi obtido para todos os 19 estudantes participantes da pesquisa.



Figura 31 – Habilidades a melhorar de A10 na sua própria percepção e dos colegas

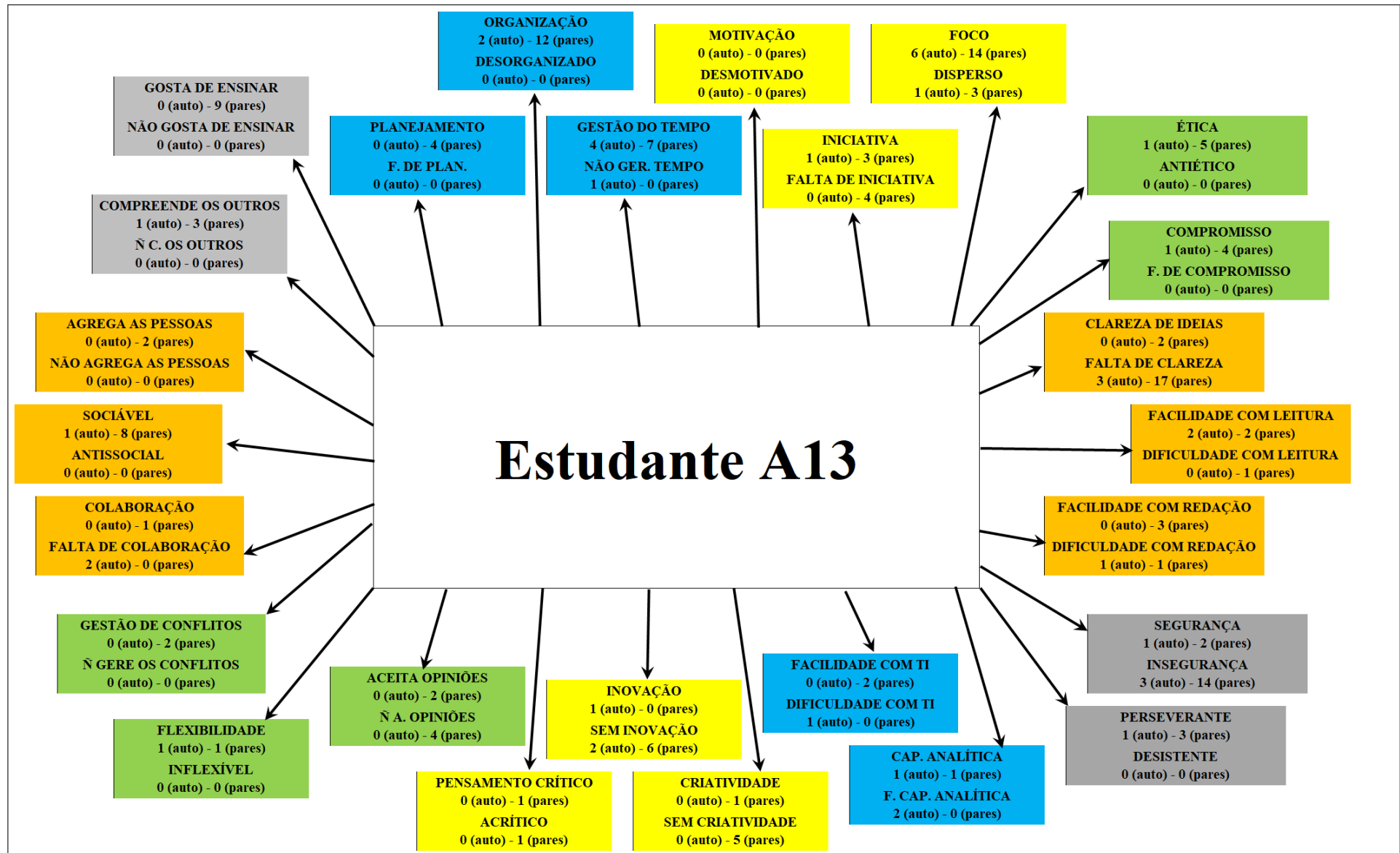
		Auto-avaliação e Avaliação dos pares, A Melhor						
		A10						
		Datas de análise (sessões de MA)						
Avaliador		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
A10		DISPERSO INSOCIÁVEL SOLITÁRIO	DISPERSO	INSEGURO DESATENTO RESERVADO	RESERVADO DESORGANIZADO	INCOMPREENSÍVEL	DISPERSO	NÃO SABE LIDAR COM OS CONFLITOS DESATENTO
A11		IRRELEVANTE DISPERSO ESTAGNAÇÃO	SINTÉTICO ESTAGNAÇÃO	MARASMO DÚVIDA PESSOAL	ESTAGNAÇÃO DISPERSO PREGUIÇA	POUCO CRIATIVO	DESORGANIZADO DISPERSO	IMORAL
A12		RESERVADO DISPERSO PREGUIÇA	DISPERSO DÚVIDA DESATENTO	NÃO SABE LIDAR COM OS CONFLITOS DISPERSO PREGUIÇA	DESISTENTE SINTÉTICO IMPRECISÃO	INCOMPREENSÍVEL AMBÍGUO FALTA DE COMUNICAÇÃO	SUPERFICIAL IMPRECISÃO RESERVADO	DISPERSO IMPRECISÃO SUPERFICIAL
A13		INSEGURO DESATENTO SUPERFICIAL	INDIVIDUAL ESTAGNAÇÃO	MARASMO DESATENTO TRIVIALIDADE	RESERVADO SUCINTO INSEGURANÇA	DISPERSO PREGUIÇA	INFLEXÍVEL DISPERSO	RESERVADO DESATENTO
A14		FALTA DE PLANEJAMENTO SUPERFICIAL SOLITÁRIO	SINTÉTICO FRAQUEZA		PESSOAL RESERVADO FALTA DE COMUNICAÇÃO		PESSOAL INSOCIÁVEL DESINTERESSADO	PREGUIÇA SUPERFICIAL INSEGURO

<p>③ Disperso — 12</p> <p>② Reservado — 7</p> <p>② Desatento — 6</p> <p>Preguiça — 5</p> <p>Superficial — 5</p> <p>Estagnação — 4</p> <p>Pessoal — 3</p> <p>Impreciso — 3</p>	<p>Sintético — 3</p> <p>① Inseguro — 3</p> <p>① Desorganizado — 2</p> <p>Dúvida — 2</p> <p>Marasmo — 2</p> <p>① Incompreensível — 2</p> <p>① Solitário — 2</p>	<p>① Insociável — 2</p> <p>Falta com — 2</p> <p>① Não sabe lidar — 2</p> <p>Falta Plan — 1</p> <p>Fraqueza — 1</p> <p>Insegurança — 1</p> <p>Pouco criativo — 1</p> <p>Trivialidade — 1</p>	<p>Imoral — 1</p> <p>Individual — 1</p> <p>Ambíguo — 1</p> <p>Desinteressado — 1</p> <p>Ambíguo — 1</p> <p>Inflexível — 1</p> <p>Sucinto — 1</p> <p>Irrelevante — 1</p> <p>Desistente — 1</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 32 – Relatório individualizado do estudante A13



Fonte: Produção do próprio autor.

Para sintetizar os dados coletados na avaliação dos estudantes durante as sessões de AL foi necessário definir o conceito de Habilidade Parametrizada<sup>49</sup> dado pela função  $HP_h^p : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$  descrita por  $HP_h^p(u) = SH_h^p - S\bar{H}_h^p$ , em que  $SH_h^p$  é a frequência absoluta potencializada em que uma determinada habilidade  $h$  (por exemplo: Organização) foi assinalada para o estudante  $u$  em  $p$  sessões de AL e  $S\bar{H}_h^p$  é a frequência absoluta potencializada das contra habilidade associada a  $h$  (no exemplo: Falta de Organização). O valor dessa função indica o quanto os estudantes avaliadores perceberam o estudante  $u$  com a habilidade  $h$ . Sendo assim os seguintes critérios foram utilizados para sintetizar o perfil dos estudantes no quadro 21:

- Se  $HP_h^p(u) > 2$  o estudante  $u$  "Tem" a habilidade avaliada  $h$ ;
- Se  $0 \leq HP_h^p(u) \leq 2$  o estudante  $u$  tem "Pouco" habilidade avaliada  $h$ ;
- Se  $HP_h^p(u) < 0$  o estudante  $u$  "Ñ tem" a habilidade avaliada  $h$ .

Quadro 21 – Perfil individual dos estudantes segundo a autoavaliação e avaliação dos pares

Equipe	Estudante	Líder	Com. Efetiva	Relac. Inter.	Geren.	Compro.	Poder Criação
E1	A01	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco
	A02	Tem	Tem	Pouco	Tem	Tem	Pouco
	A03	Ñ tem	Tem	Pouco	Ñ tem	Ñ tem	Pouco
	A04	Tem	Tem	Ñ tem	Tem	Tem	Ñ tem
	A05	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
E2	A06	Tem	Tem	Pouco	Tem	Tem	Pouco
	A07	Ñ tem	Pouco	Tem	Ñ tem	Tem	Ñ tem
	A08	Tem	Tem	Pouco	Tem	Tem	Tem
	A09	Pouco	Tem	Tem	Pouco	Tem	Ñ tem
E3	A10	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Tem
	A11	Ñ tem	Tem	Tem	Pouco	Ñ tem	Ñ tem
	A12	Tem	Tem	Pouco	Tem	Tem	Ñ tem
	A13	Tem	Pouco	Tem	Tem	Tem	Pouco
	A14	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Tem	Ñ tem
E4	A15	Ñ tem	Tem	Tem	Ñ tem	Ñ tem	Pouco
	A16	Pouco	Ñ tem	Ñ tem	Pouco	Tem	Pouco
	A17	Ñ tem	Tem	Pouco	Ñ tem	Ñ tem	Pouco
	A18	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
	A19	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Ñ tem	Ñ tem

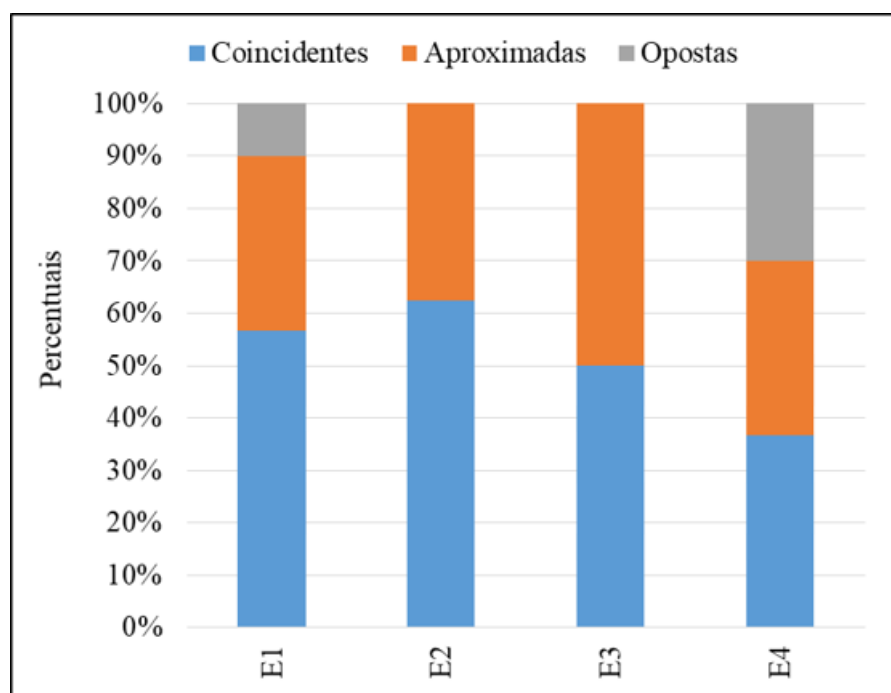
Fonte: Produção do próprio autor.

As barras azuis no gráfico apresentado na figura 33 apresenta o percentual de coincidências entre o perfil individualizado dos estudantes na percepção dos estudantes (quadro 21) e observadores (quadro 15), já as barras laranjas indicam o percentual de percepções aproximadas e as barras cinzas o percentual de percepções opostas.

Observa-se nesses casos, com exceção da equipe E4, que a percepção dos estudantes coincide em 50,0% ou mais com as percepções dos observadores. Apesar de apenas 36,7% das percepções

<sup>49</sup> Na seção 6.3.1 desta tese a definição desse conceito será melhor explicitada.

Figura 33 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre observadores e estudantes



Fonte: Produção do próprio autor.

coincidirem na equipe E4, diferenciando das demais equipes, não há evidências que suportam a rejeição da hipótese nula<sup>50</sup> de independência entre as percepções coincidentes das equipes avaliadas, logo pode-se concluir que dentre as equipes as percepções avaliadas são iguais as percepções esperadas (teóricas). Um fato importante a se destacar é que, com exceção da equipe E4, o percentual de contrariedade entre esses atores é baixo, ou seja, o percentual de situações em que a percepção dos estudantes (quadro 21) foi oposta a percepção dos observadores (quadro 15) foi de 10,0% na equipe E1, ficando zerado nas equipes E2 e E3, já na equipe E4 esse resultado chega a chega a 30,0%. Percebe-se ainda que, com exceção da equipe E4, o percentual de percepções coincidentes junto as aproximadas são maiores ou igual a 90,0%, chegando a 70,0% na equipe E4.

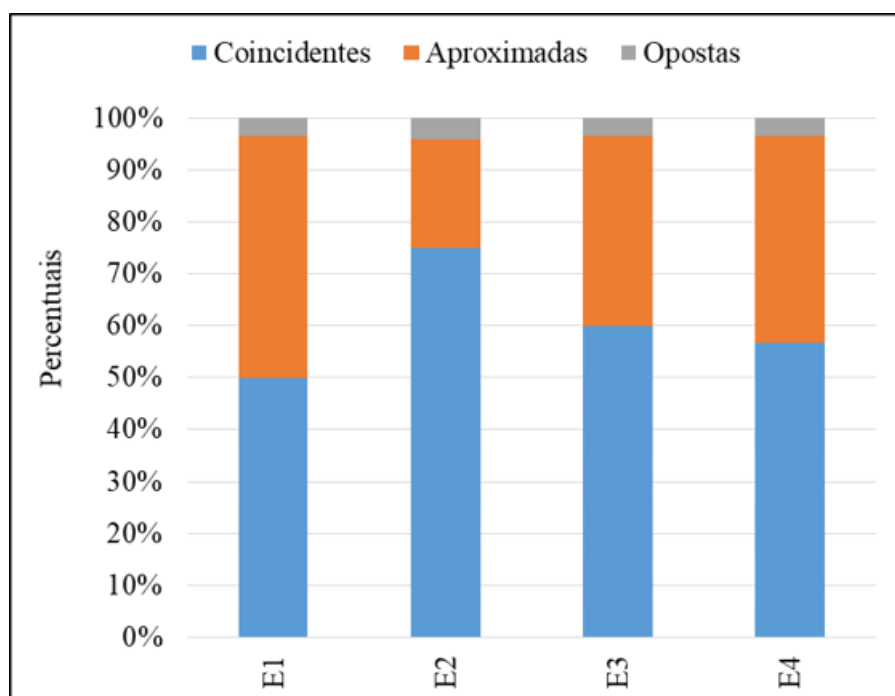
Na figura 34 as barras coloridas tem representações análogas à figura 33, porém comparam as percepções do professor (quadro 20) e estudantes (quadro 21). Nesse caso, o percentual de percepções coincidentes são maiores ou igual a 50,0%, chegando a 75,0% na equipe E2. Assim como no caso da comparação observadores  $\times$  estudantes, na comparação professor  $\times$  estudantes não há evidências que suportam a rejeição da hipótese nula<sup>51</sup> de independência entre as percepções coincidentes das equipes avaliadas. Mesmo atingindo um percentual de 75,0% de coincidência entre as percepções do professor e estudante na equipe E2, o que aparentemente destoava das demais equipes, não há evidências que suportam a rejeição da hipótese nula de independência entre as coincidências de percepções na equipe E2 contra as demais equipes<sup>52</sup>. Além disso, ressalta-se que a soma entre o percentual de percepções coincidentes e aproximadas ultrapassam 95,0% em todas as equipes avaliadas.

<sup>50</sup> O resultado do teste  $\chi^2$  com  $\alpha = 0,05$  nas 4 equipes avaliadas apresentou nível descritivo  $p \approx 0,247$ .

<sup>51</sup> O resultado do teste  $\chi^2$  com  $\alpha = 0,05$  nas 4 equipes avaliadas apresentou nível descritivo  $p \approx 0,305$ .

<sup>52</sup> O resultado do teste  $\chi^2$  com  $\alpha = 0,05$  na comparação entre a equipe E2 e a soma das demais equipes apresentou nível descritivo  $p \approx 0,084$ .

Figura 34 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre professor e estudantes



Fonte: Produção do próprio autor.

Diante do que foi exposto em toda a seção 6.2, concluí-se que:

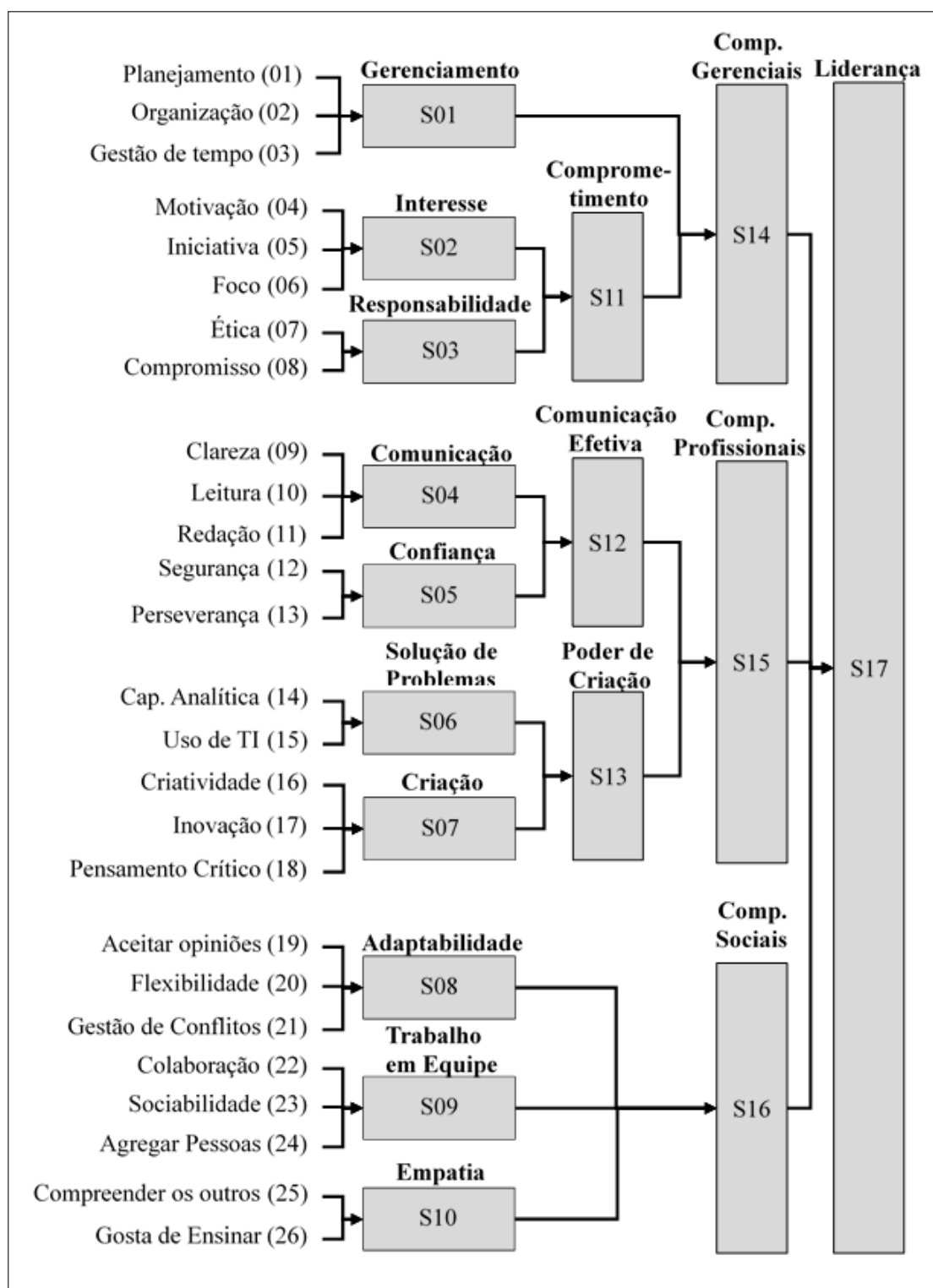
- As percepções de algumas habilidades pelos observadores apresentam discrepâncias, pois além da falta de homogeneidade e expertise dos estudantes de psicologia (observadores), os estudantes não deixam transparecer todas as suas características pessoais a membros externos;
- Algumas habilidades como redação, gestão do tempo, controle emocional, liderança, etc., foram mais bem avaliadas pelo professor da turma, isso se deve provavelmente por conta da sua expertise na observação e acesso a materiais individuais dos estudantes (como provas, trabalhos, avaliação de seminários, etc.);
- Outras habilidades foram melhor avaliadas pelos estudantes, tanto na autoavaliação quanto na avaliação dos pares. Isso se dá possivelmente por conta da afinidade do relacionamento entre os estudantes. Como exemplo pode-se citar as habilidades ética, flexibilidade, colaboração, etc.;
- Diante ao alto percentual de percepções coincidentes junto as percepções aproximadas na comparação entre estudantes × observadores e estudantes × professor, pode-se inferir (apenas para o grupo amostrado) que os dados da autoavaliação dos estudantes e da avaliação dos pares serve como bom parâmetro para avaliar o grau de incorporação das SS em sessões de AL; e
- Dessa forma, apenas os dados da autoavaliação e avaliação dos pares dos estudantes foram usados para simulação, verificação e validação do FSSA<sup>53</sup>. Todo esse processo será descrito na seção seguinte.

<sup>53</sup> As limitações de tempo e estruturais da pesquisa acabaram sendo agravadas pela crise sanitária causada pelo novo corona vírus, inviabilizando a inserção das percepções do professor no FSSA. Assim esses dados ficam pendentes para a aplicação em trabalhos futuros.

### 6.3 RESULTADOS DA MODELAGEM DO FSSA

Tomando como base a análise teórico conceitual discutida nas seções 5.1 e 6.1, além das reuniões com o especialista em análise comportamental discutido na seção 5.3.1 a formação do conjunto de habilidades consideradas no FSSA envolveu 26 habilidades (variáveis de entrada), lado esquerdo da figura 35.

Figura 35 – Estrutura hierarquizada do FSSA



Fonte: Produção do próprio autor.

A agregação de no máximo 3 dessas habilidades da origem a uma competência, um sistema Fuzzy do FSSA, representado por um retângulo. Como exemplo, as habilidades de Motivação, Iniciativa e Foco formam as variáveis de entrada de um sistema Fuzzy que avalia a competência Interesse. As competências Interesse e Responsabilidade formam as variáveis de entrada de um sistema Fuzzy que avalia a competência Comprometimento. As competências Gerenciamento e Comprometimento formam as variáveis de entrada de um sistema Fuzzy que avalia as Competências de Gestão. Já as Competências de Gestão, as Competências de Comunicação e Inovação e, as Competências Sociais formam as variáveis de entrada de um sistema Fuzzy que avalia a competência Liderança.

Com essa arquitetura foram desenvolvidos a base de regras para 17 sistemas do FSSA para avaliação de competências, denotados por S01, S01, ..., S17, com 5 conjuntos de pertinência para cada variável de entrada, denotados por  $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$ ,  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$  gerando um total de 1.225 regras Fuzzy. Para S01, S02, S04, S07, S08, S09, S16 e S17 foram desenvolvidas 125 regras em cada sistema, já para S03, S05, S06, S10, S11, S12, S13, S14 e S15 foram desenvolvidas 25 regras em cada um. Optou-se por usar funções de pertinência triangulares e trapezoidais com motor de inferência Mamdani método mín/max, agregação max e desfuzzificação do tipo centroide.

Para uma melhor compreensão dos resultados do processo de modelagem, essa seção foi dividida em: Variáveis de entrada do FSSA; Funções de pertinência e a base de regras do FSSA; Variáveis de saída do FSSA; Construção, verificação e validação da das regras do FSSA; e Relatório de *feedback* gerado pelo FSSA.

### 6.3.1 Variáveis de entrada do FSSA

No processo de avaliação do FSSA, ao término de cada sessão de AL os estudantes devem se auto-avaliar e avaliar os seus pares utilizando no mínimo três habilidades de destaque e três habilidades a melhorar. Dessa forma, para cada uma das 26 habilidades apresentadas, havia uma contra habilidade (por exemplo, um estudante pode ser avaliado como Organizado ou Desorganizado).

No decorrer de ao menos  $p$  sessões de AL<sup>54</sup> em que  $n$  alunos se auto avaliam e avaliam seus pares, o elemento  $a_{ij}$  da matriz em (12)

$$H_h^p = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (12)$$

é a frequência absoluta em que a habilidade  $h$  foi assinalada pelo avaliador  $i$  para descrever o avaliado  $j$  em  $p$  sessões de AL. Por exemplo, quando  $h = 04$  (Motivação ver figura 35) e  $p = 6$ , o valor do elemento  $a_{32} = 5$  indica que o estudante avaliador 3 descreveu o estudante 2 com Motivação em 5 das 6 sessões de AL.

<sup>54</sup> É importante que  $p$  seja no mínimo igual a cinco sessões de AL, pois assim há a garantia de uma maior quantidade de habilidades percebidas e uma maior frequência absoluta acumulada dessas habilidades.



De forma análoga a definição da matriz em (12), a matriz em (13) é definida como

$$\bar{H}_h^p = (b_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{12} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{pmatrix} \quad (13)$$

em que  $\bar{H}$  indica a contra habilidade associada a habilidade  $h$ . No exemplo em que  $h = 04$  (Motivação), a matriz em (13) descreve as frequências relativas da contra habilidade "Falta de Motivação".

Os valores de  $a_{ij}$  em que  $i = j$  indicam os resultados da autoavaliação dos estudantes, enquanto que  $a_{ij}$  em que  $i \neq j$  indicam os resultados da avaliação dos pares.

Tomando  $j = u$ , a função  $SH_h^p : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$  em (14) associado à matriz em (12) é dada por

$$SH_h^p(u) = q \cdot \sum_{i=1}^n a_{iu} \quad (14)$$

indica a frequência absoluta acumulada em  $p$  sessões de AL em que a habilidade  $h$  foi assinalada pelos avaliadores  $1, 2, \dots, n$  para descrever um estudante avaliado  $u$ . Já o peso  $q \in \{a, b, c\} \subset [1, 2]$  com  $c \leq b \leq a$ , potencializa o valor desse somatório nas seguintes condições:

- i)  $q = a$ , se  $a_{uu} > 0$  e  $\sum_{i=1}^n a_{iu} > 0 \quad \forall i \neq u$ ;
- ii)  $q = b$ , se  $a_{uu} = 0$  e  $\sum_{i=1}^n a_{iu} > 0 \quad \forall i \neq u$ ;
- iii)  $q = c$ , se  $a_{uu} > 0$  e  $\sum_{i=1}^n a_{iu} = 0 \quad \forall i \neq u$ .

Na condição  $i$ , o somatório da função em (14) é potencializado, pois a habilidade  $h$  foi percebida no estudante  $u$  tanto na autoavaliação como na avaliação de seus pares. Na condição  $ii$ , a intensificação é menor que em  $i$ , pois a habilidade  $h$  foi percebida no estudante  $u$  apenas por seus pares. Já na condição  $iii$ , a intensificação deve ser inferior aos casos anteriores, pois apenas o próprio estudante  $u$  se percebeu com a habilidade  $h$ . Caso não se queira potencializar o somatório, basta tomar  $a = b = c = 1$ .

De forma análoga a definição da função em (14), foi definido a função  $S\bar{H}_h^p : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$  em (15), porém para avaliar a contra habilidade associada a  $h$ . As condições  $r$  para a função em (15) são iguais às condições  $q$  para a função em (14).

$$S\bar{H}_h^p(u) = r \cdot \sum_{i=1}^n b_{iu} \quad (15)$$

A Habilidade Parametrizada  $h$  do estudante  $u$  em  $p$  sessões de AL é o termo que utilizado para descrever a função  $HP_h^p : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$  definida pela diferença entre a função em (14) e a função em (15), como mostrado em (16).

$$HP_h^p(u) = SH_h^p - S\bar{H}_h^p = q \cdot \sum_{i=1}^n a_{iu} - r \cdot \sum_{i=1}^n b_{iu} \quad (16)$$



O valor da função em (16) indica o quanto os estudantes avaliadores percebem o estudante  $u$  com a habilidade  $h$ , sendo possível inferir os seguintes casos:

- Se  $HP_h^p(u) > 0$  o estudante  $u$  apresentou a habilidade avaliada  $h$  nas  $p$  sessões de AL;
- Se  $HP_h^p(u) = 0$  o estudante  $u$  não apresentou a habilidade avaliada  $h$  nas  $p$  sessões de AL;
- Se  $HP_h^p(u) < 0$  o estudante  $u$  não apresentou a habilidade avaliada  $h$  nas  $p$  sessões de AL e, adicionalmente apresentou características da contra-habilidade associada a  $h$ .

Diante a incerteza da amplitude total do conjunto em (17)

$$A_h = \bigcup_{u=1}^n \{HP_h^p(u)\} \quad (17)$$

que descreve as Habilidades Parametrizadas de todos os  $n$  estudantes avaliados na habilidade  $h$  em  $p$  sessões de AL, foi necessário padronizar  $HP_h^p(u)$  para estabelecer o universo de discurso das 26 variáveis (habilidades) avaliadas no FSSA.

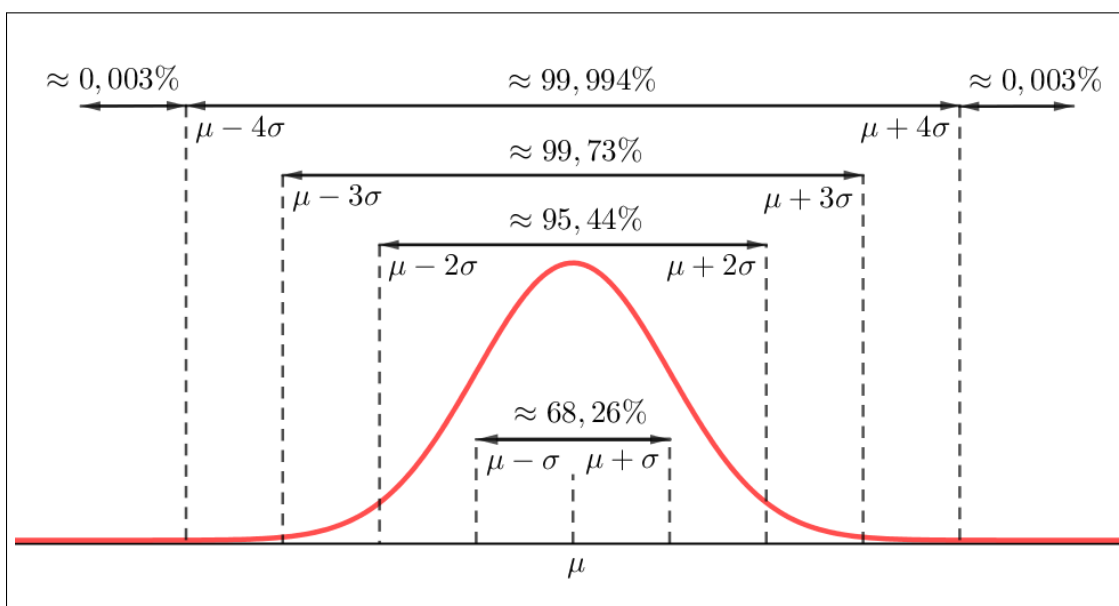
Sendo assim, a Habilidade Parametrizada Padronizada do estudante  $u$ , na habilidade  $h$  em  $p$  sessões de AL é definida em (18) pela função  $HPP_h^p : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  como:

$$HPP_h^p(u) = \frac{HP_h^p(u) - \mu_h}{\sigma_h} \quad (18)$$

em que  $\mu_h$  e  $\sigma_h$  são respectivamente a média e o desvio padrão dos valores de  $A_h$ .

Como em uma distribuição normal (figura 36) aproximadamente 99,994% do conjunto de dados apresentam valores no intervalo  $\mu \pm 4\sigma$ , com a padronização das 26 variáveis desse estudo, foi possível estabelecer um universo de discurso para todas as variáveis de entrada *crisp* num intervalo  $[-5, 5]$ , isto é, entre  $\mu \pm 5\sigma$ . Com a padronização da  $HP_h^p(u)$ , é muito improvável que um estudante  $u$  apresente  $|HPP_h^p(u)| > 5$ . Esse processo viabilizou o estabelecimento de um universo de discurso único para todas as 26 variáveis de entrada *crisp* dos subsistemas de S01, S02, ..., S10 do FSSA.

Figura 36 – Distribuição Normal

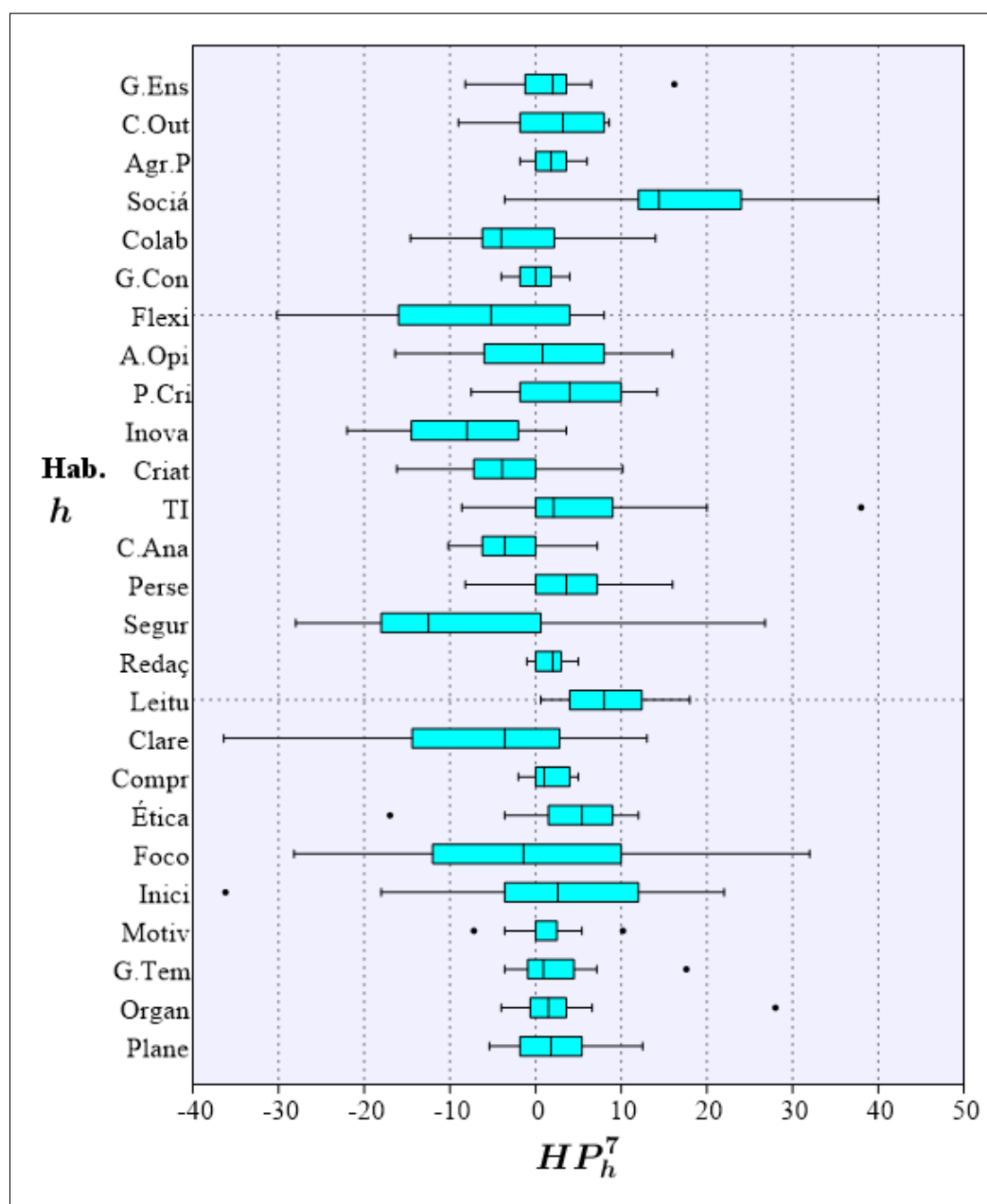


Fonte: Produção do próprio autor.

### 6.3.1.1 Simulando entradas no FSSA

Além de nos fornecer um material rico para ajudar no desenvolvimento da base de conhecimento do FSSA, os dados coletados no estudo de campo (formulário 3, apêndice C)) serviram para simular *inputs* reais no sistema, o que facilitou o processo de verificação e validação do modelo. Em posse de cada um dos conjuntos  $A_1, A_2, \dots, A_{26}$  dados por  $A_h = \bigcup_{u=1}^{19} \{HP_h^7(u)\}$  foram descritas algumas medidas referentes às 26 variáveis de entrada<sup>55</sup> (figura 37).

Figura 37 – Estatística descritiva das Habilidades Parametrizada

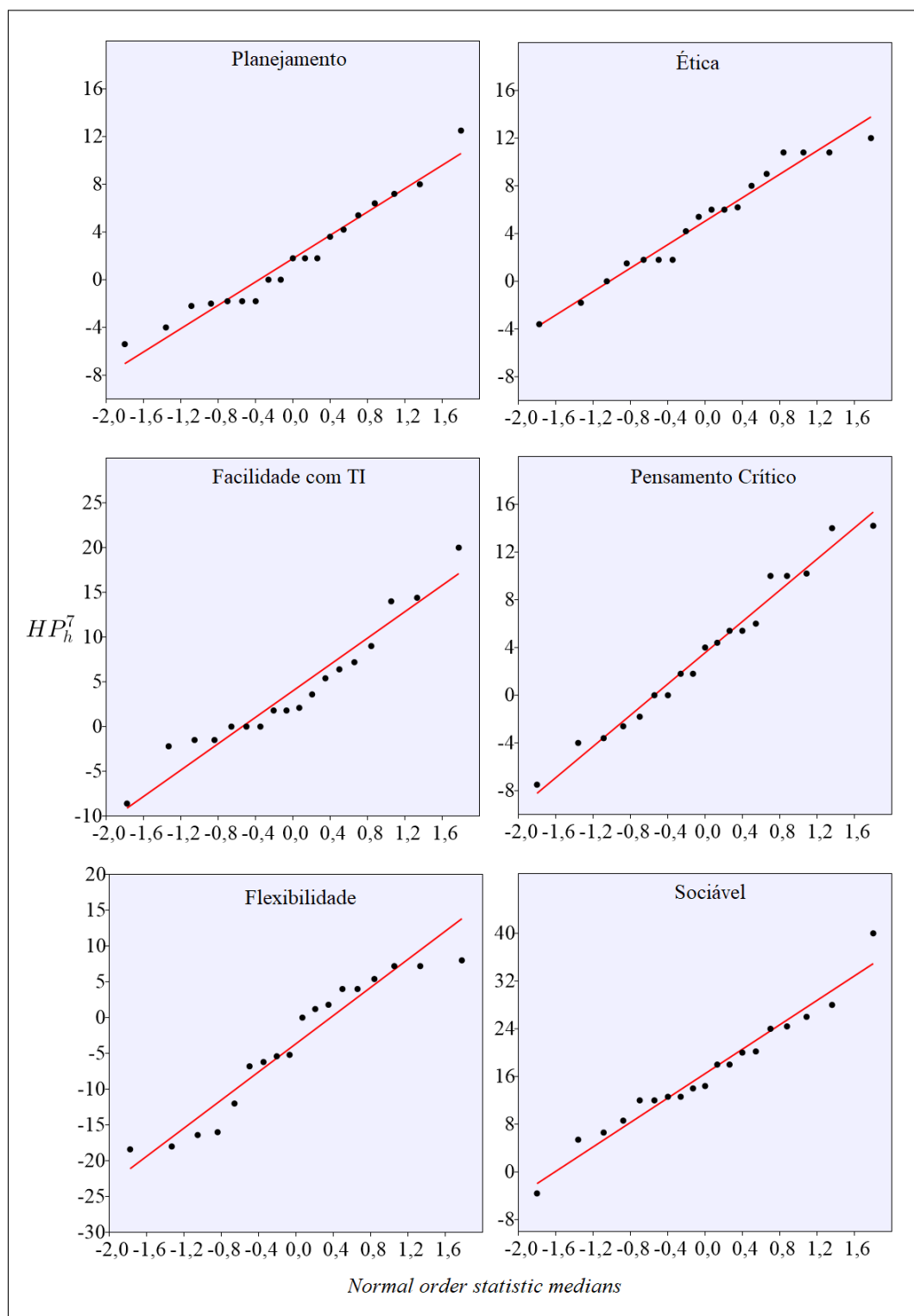


Fonte: Produção do próprio autor.

<sup>55</sup> Descrição das variáveis na figura 37: Planejamento (Plane), Organização (Organ), Gestão do Tempo (G.Tem), Motivação (Motiv), Iniciativa (Inici), Foco (Foco), Ética (Ética), Compromisso (Compr), Clareza de Ideias (Clare), Facilidade com Leitura (Leitu), Facilidade com Redação (Redaç), Segurança (Segur), Perseverança (Perse), Cap. Analítica (C.Ana), Facilidade com TI (TI), Criatividade (Criat), Inovação (Inova), Pensamento Crítico (P.Cri), Aceita Opiniões (A.Opi), Flexibilidade (Flexi), Gestão de Conflitos (G.Con), Colaboração (Colab), Sociável (Sociá), Agrega As Pessoas (Agr.P), Compreende os Outros (C.Out) e Gosta de Ensinar (G.Ens).

Por meio dessas informações foi possível extrair alguns *outliers*, analisar a dispersão do conjunto de dados e sua assimetria. Por exemplo, no caso da variável Iniciativa (Inici,  $h = 05$ ) tem-se:  $HP_5^7(14) = -36,2$  (*outlier*);  $HP_5^7(10) = -18,0$  (mínimo);  $HP_5^7(01) = -3,6$  (primeiro quartil);  $HP_5^7(05) = 2,6$  (mediana);  $HP_5^7(08) = 12,0$  (terceiro quartil); e  $HP_5^7(06) = 22,0$  (máximo). De forma análoga, essas medidas foram descritas para as demais variáveis da pesquisa.

Figura 38 – Q-Q plot  $HP_h^7(u)$



Fonte: Produção do próprio autor.

Por meio do Q-Q plot verificou-se que os dados coletados apresentavam fortes indícios de adequa-

ção a distribuição normal, conforme modelo FSSA sugeriu. Na figura 38, seis das 26 variáveis avaliadas estão exemplificadas por Q-Q plot (Planejamento, Ética, Facilidade com TI, Pensamento Crítico, Flexibilidade e Sociável), a linearidade apresentada pelos gráficos é forte indicativo da normalidade dos dados. Para confirmação dessa normalidade, optou-se pelo teste Shapiro-Wilk.

Tabela 1 – Teste de normalidade das 26 variáveis  $HP_h^7$

Habilidade	$n_h$	$\mu_h$	$\sigma_h$	$w_h$	$p_h(\text{normal})$
Planejamento	19	1,77	1,06	0,9572	0,5182
Organização	19*	2,34	1,53	0,9717	0,8285
Gestão do Tempo	19*	2,06	1,12	0,9248	0,1575
Motivação	19	0,94	0,82	0,9298	0,1718
Iniciativa	19	2,22	3,20	0,9289	0,1656
Foco	19	0,81	3,94	0,9476	0,3590
Ética	19*	3,88	1,56	0,9535	0,4824
Compromisso	19	1,34	0,52	0,9268	0,1509
Clareza de Ideias	19	-5,87	3,12	0,9421	0,2880
Facilidade com Leitura	19	8,49	1,27	0,9294	0,1686
Facilidade com Redação	19	1,95	0,42	0,949	0,3797
Segurança	19	-8,22	3,25	0,9346	0,2104
Perseverança	19	3,47	1,51	0,9642	0,6581
Cap, Analítica	19	-3,04	1,03	0,9530	0,4444
Facilidade com TI	19*	5,78	2,37	0,9428	0,3230
Criatividade	19	-3,64	1,46	0,9768	0,8997
Inovação	19	-8,69	1,67	0,967	0,7154
Pensamento Crítico	19	3,56	1,42	0,9682	0,7390
Aceita Opiniões	19	0,37	2,19	0,9588	0,5487
Flexibilidade	19	-5,04	2,50	0,9197	0,1119
Gestão de Conflitos	19	0,38	0,50	0,9550	0,4786
Colaboração	19	-2,03	1,76	0,9312	0,1821
Sociável	19	16,48	2,22	0,9754	0,8772
Agrega As Pessoas	19	2,13	0,49	0,9261	0,1465
Compreende os Outros	19	2,38	1,22	0,9137	0,0867
Gosta de Ensinar	19*	1,75	1,11	0,9245	0,1555

\*Para a estatística  $w$  e o nível descritivo  $p$  adotou-se  $n=18$  (exclusão de um *outlier* em cada caso).

Fonte: Produção do próprio autor.

A confirmação de normalidade para todas as 26 habilidades com nível de significância de 5% foi garantida por meio da estatística  $w$  do teste Shapiro-Wilk<sup>56</sup> com nível descritivo  $p(\text{normal}) > \alpha$

<sup>56</sup> Para esse teste tem-se:  $H_0$ : A amostra provém de uma distribuição Normal; e  $H_1$ : A amostra não provém de uma distribuição Normal.

(tabela 1), não havendo razões para rejeitar  $H_0$ . Essa tabela descreve o tamanho da amostra de cada habilidade avaliada<sup>57</sup>, o valor da média  $\mu_h$ , o desvio padrão  $\sigma_h$ , a estatística  $w_h$  e o nível descritivo  $p_h$  (normal) calculado. Dessa confirmação, deu-se início ao processo de transformação para variáveis *crisp*  $HPP_h^7(u)$ .

A tabela 2 apresenta os valores das Habilidades Parametrizadas dos 19 estudantes amostrados e os respectivos valores das Habilidades Parametrizadas Padronizadas para habilidade Planejamento ( $h = 1$ ) em  $p = 7$  sessões de AL. Observa-se aqui que A12 foi o estudante com maior destaque em

Tabela 2 – Transformação  $HP_1^7(u)$  em  $HPP_1^7(u)$  para  $h = 1$

Estudante $u$	$HP_1^7(u)$	$HPP_1^7(u)$
A01	1,8	0,0057
A02	4,2	0,5236
A03	-5,4	-1,5482
A04	6,4	0,9984
A05	-2	-0,8144
A06	5,4	0,7826
A07	0	-0,3828
A08	8	1,3437
A09	1,8	0,0057
A10	3,6	0,3941
A11	1,8	0,0057
A12	12,5	2,3149
A13	7,2	1,1711
A14	-1,8	-0,7712
A15	-4	-1,246
A16	0	-0,3828
A17	-2,2	-0,8576
A18	-1,8	-0,7712
A19	-1,8	-0,7712

Fonte: Produção do próprio autor.

"Planejamento",  $HP_1^7(12) = 12,5$ , enquanto A03 foi o pior,  $\bar{HP}_1^7(03) = -5,4$ , nesse caso A03 teve "Falta de Planejamento". A amplitude total dessa variável foi de  $R = 12,5 - (-5,4) = 17,9$ . Já no caso da variável Facilidade com Redação essa mesma amplitude é de  $R = 6$  e no caso da variável Foco esse valor chega a ser  $R = 60,2$ . A incerteza dessa amplitude torna inviável a construção de um universo de discurso único que atenda todas as 26 variáveis avaliadas pelo FSSA, o que justifica a transformação das  $HP_h^p$  em  $HPP_h^p$ , com média  $\mu_h$  e desvio padrão  $\sigma_h$ . Ainda nessa tabela é

<sup>57</sup> Para comprovar a normalidade nas variáveis Organização, Gestão do tempo, Ética, Facilidade com TI e Gosta de Ensinar adotou-se  $n = 18$ , ou seja, um elemento de cada amostra precisou ser excluído, isso se deu por haver um ponto fora da curva (*outliers*) em cada caso. No caso das variáveis Iniciativa e Motivação, para a comprovação de normalidade não houve a necessidade de excluir os *outliers*, ver figura 37.

possível observar que o maior valor avaliado para  $HPP_1^7$  foi de  $HPP_1^7(12) = 2,3149$  e o menor  $HPP_1^7(03) = -1,5482$ , a amplitude dessa variável é de  $r = HPP_1^7(12) - HPP_1^7(03) = 3,831$ . Esse procedimento garantiu a construção do universo de discurso único para as 26 variáveis do FSSA conforme discutido anteriormente.

Após o desenvolvimento dos critérios para transformação das variáveis de entrada de  $HPP_h^p$  para  $HPP_h^p$  e a construção do universo de discurso, na próxima seção será apresentada a estruturação dos conjuntos de pertinência.

### 6.3.2 Funções de pertinência e a base de regras do FSSA

Conforme discutido na seção 6.3.1 com relação ao valor da Eq. 16, se um estudante apresentar  $HPP_h^p(u) > 0$  então ele possui a habilidade avaliada e se apresentar  $HPP_h^p(u) < 0$  ele não tem essa habilidade. Por exemplo, ao voltar a tabela 2 observa-se que  $HPP_1^7(01) = 1,8$ ,  $HPP_1^7(02) = 4,2$ ,  $HPP_1^7(03) = -5,4$ ,  $HPP_1^7(05) = -2$  e  $HPP_1^7(07) = 0$ , dessa forma pode-se conjecturar que os estudantes A01 e A02 têm planejamento, já A03 e A05 não tem planejamento e A07 está no limite entre ter e não ter essa habilidade. Nesse último caso tem-se que  $HPP_1^7(07) = -0,3828$ , esse valor é o limite da  $HPP_1^7(u)$  para que um estudante dessa amostra tenha ou não tenha planejamento, com base nesse parâmetro foram construídas as funções de pertinência.

Denotou-se por  $z$  o valor do parâmetro dado na expressão em (19) que é a  $HPP_h^p(u)$  quando  $HPP_h^p(u) = 0$ :

$$z = \frac{0 - \mu_h}{\sigma_h} \quad (19)$$

Nesse caso pode-se inferir que:

- Se  $HPP_h^p(u) \leq z$  a habilidade avaliada  $h$  do estudante  $u$  será  $\mathcal{G}_{-2}$  ou  $\mathcal{G}_{-1}$  ou  $\mathcal{G}_0$ ;
- Se  $HPP_h^p(u) \geq z$  a habilidade avaliada  $h$  do estudante  $u$  será  $\mathcal{G}_0$  ou  $\mathcal{G}_{+1}$  ou  $\mathcal{G}_{+2}$ .

Para as 26 variáveis de entrada *crisp* dos subsistemas Fuzzy S01, S02, ..., S10 do FSSA cinco funções de pertinência foram definidas e denotadas por  $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$ ,  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$ , o quadro 22 apresenta uma descrição de interpretação dessas funções que possuem como parâmetro de definição o valor de  $z$ .

Quadro 22 – Notação dos conjuntos de pertinência

Notação	Tendência na contra habilidade associada a $h$	Tendência na habilidade $h$
$\mathcal{G}_{-2}$	Alta	Nula
$\mathcal{G}_{-1}$	Moderada	Nula
$\mathcal{G}_0$	Nula ou Baixa	Nula ou Baixa
$\mathcal{G}_{+1}$	Nula	Moderada
$\mathcal{G}_{+2}$	Nula	Alta

Fonte: Produção do próprio autor.

Tomando como base o parâmetro  $z$ , as funções de pertinência do subsistemas Fuzzy S1, S2, ..., S10 do FSSA são definidas conforme descrito em (20):

$$\begin{aligned} \mathcal{G}_k : [-5, 5] &\rightarrow [0, 1] \\ x &\mapsto \mathcal{G}_k(x) \end{aligned} \quad (20)$$

em que  $k \in \{-2, -1, 0, +1, +2\}$ ,  $x$  é a habilidade parametrizada padronizada de um determinado estudante  $u$  na habilidade  $h$  em  $p$  sessões de AL e,  $\mathcal{G}_k(x)$  é o grau de associação do valor de  $x$  no conjunto de pertinência  $\mathcal{G}_k$ .

Em (21) tem-se a lei que descreve a função de pertinência  $\mathcal{G}_{-2}(x)$ :

$$\mathcal{G}_{-2}(x) = \begin{cases} 1 & , \text{ se } x < z - 2,5 \\ -x + z - 1,5 & , \text{ se } z - 2,5 \leq x < z - 1,5 \end{cases} \quad (21)$$

Em (22) tem-se a lei que descreve a função de pertinência  $\mathcal{G}_{-1}(x)$ :

$$\mathcal{G}_{-1}(x) = \begin{cases} x - z + 2,5 & , \text{ se } z - 2,5 \leq x < z - 1,5 \\ 1 & , \text{ se } z - 1,5 \leq x < z - 1 \\ -x + z & , \text{ se } z - 1 \leq x < z \end{cases} \quad (22)$$

Em (23) tem-se a lei que descreve a função de pertinência  $\mathcal{G}_0(x)$ :

$$\mathcal{G}_0(x) = \begin{cases} x - z + 1 & , \text{ se } z - 1 \leq x < z \\ -x + z + 1 & , \text{ se } z \leq x < z + 1 \end{cases} \quad (23)$$

Em (24) tem-se a lei que descreve a função de pertinência  $\mathcal{G}_{+1}(x)$ :

$$\mathcal{G}_{+1}(x) = \begin{cases} x - z & , \text{ se } z \leq x < z + 1 \\ 1 & , \text{ se } z + 1 \leq x < z + 1,5 \\ -x + z + 2,5 & , \text{ se } z + 1,5 \leq x < z + 2,5 \end{cases} \quad (24)$$

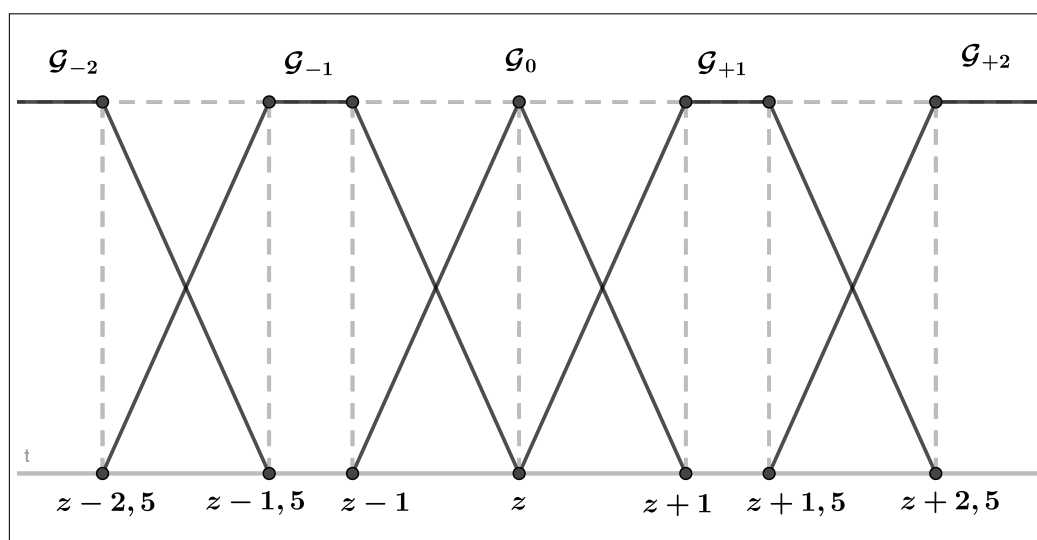
Em (25) tem-se a lei que descreve a função de pertinência  $\mathcal{G}_{+2}(x)$ :

$$\mathcal{G}_{+2}(x) = \begin{cases} x - z - 1,5 & , \text{ se } z + 1,5 \leq x < z + 2,5 \\ 1 & , \text{ se } z > z + 2,5 \end{cases} \quad (25)$$

A figura 39 é uma representação gráfica dos conjuntos de pertinência formados pelas funções (21), (22), (23), (24) e (25). Aqui é importante destacar a estrita relação entre esses conjuntos e a distribuição normal padronizada, em que todos conjuntos de pertinência dependem do parâmetro  $z$  e  $\sigma_h$ . Por exemplo, o conjunto de pertinência  $\mathcal{G}_0$  descrito pela função (23) tem como domínio  $[z - 1, z + 1]$  com  $z$  no centro do intervalo, logo  $\mathcal{G}_0$  abrangerá todos os valores de entrada  $HPP_h^p(u)$  entre  $z$  menos 1 desvio padrão e  $z$  mais 1 desvio padrão, já o domínio da função descrita pela lei (24) denotada por  $\mathcal{G}_{+1}$  é  $[z, z + 2,5]$ , assim esse conjunto abrangerá todos os valores de entrada  $HPP_h^p(u)$  entre  $z$  e  $z$  mais  $2\frac{1}{2}$  desvios padrões. De forma análoga é descrito os conjuntos  $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$ . Nesse caso, a título

de exemplo, um estudante  $u$  avaliado em determinada habilidade com  $HPP_h^p(u)$  entre  $z$  e  $z + 1$  será considerado com nível  $\mathcal{G}_0$  e  $\mathcal{G}_{+1}$ , ou seja, na habilidade avaliada ele terá nível de baixo a moderado.

Figura 39 – Funções de Pertinência

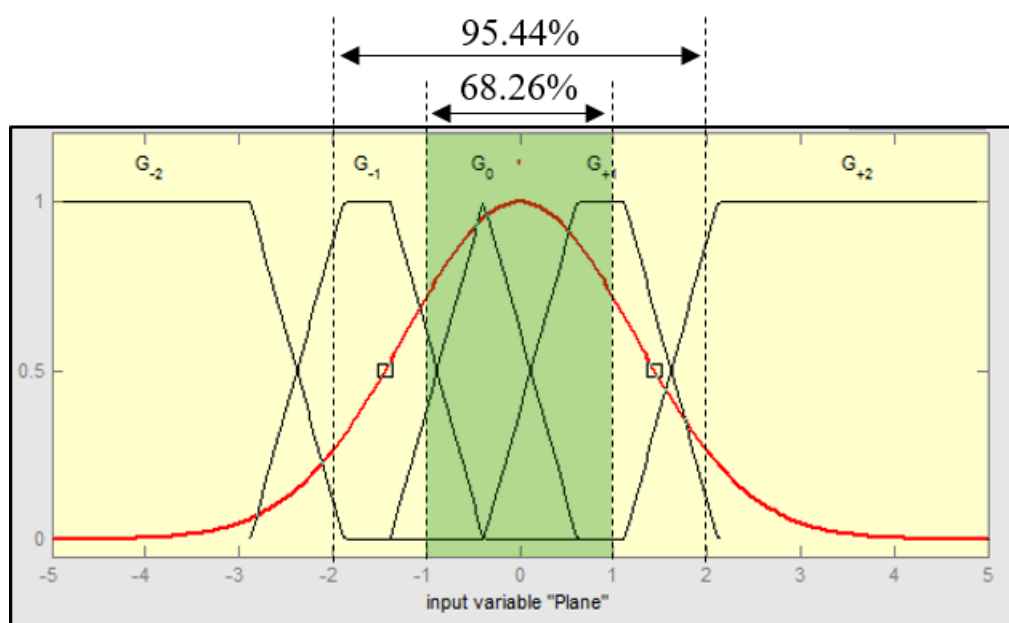


Fonte: Produção do próprio autor.

### 6.3.2.1 Simulando a formação dos conjuntos de pertinência

No caso da habilidade “Planejamento” dos 19 estudantes amostrados a média da  $HPP_1^7$  foi de  $\mu_1 = 1,77$  (ver tabela 1) que é maior que zero, logo pode-se concluir que, em média, a percepção desses estudantes é que a maioria dos seus pares possuem “Planejamento”.

Figura 40 – Relação entre conjuntos de pertinência a distribuição normal



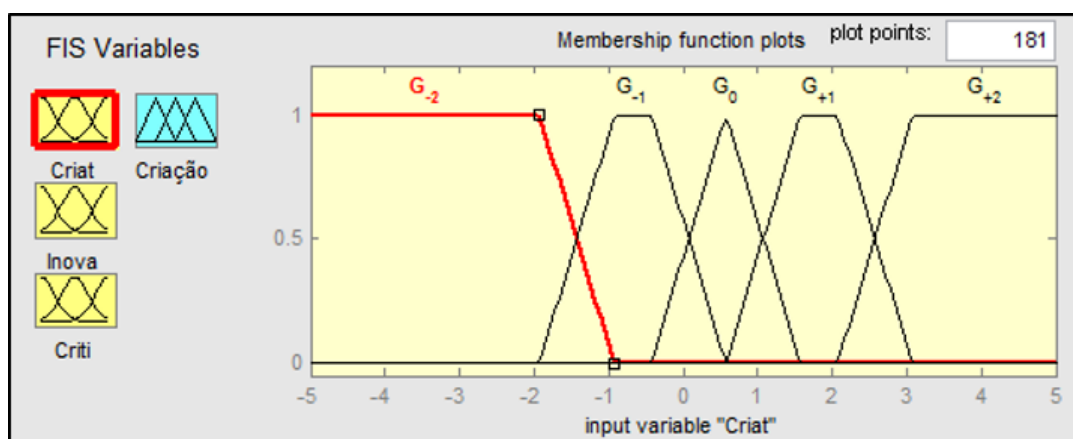
Fonte: Produção do próprio autor.

A estrita relação entre a distribuição normal padronizada e os conjuntos de pertinência  $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$ ,  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$  pode ser melhor compreendido por meio da figura 40 (sistema S01, figura 35), a média



$\mu_1 = 1,77$  é representada no eixo  $x$  por  $HPP_1^7 = 0$ . Sobrepondo a Gaussiana (distribuição normal padronizada) sobre os conjuntos de pertinência percebe-se que aproximadamente 68% dos estudantes amostrados ( $\mu_1 \pm \sigma_1$ ), na auto percepção e percepção de seus pares foram avaliados com níveis de “Planejamento” entre  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$  e  $\mathcal{G}_{+1}$  (com maior concentração entre  $\mathcal{G}_0$  e  $\mathcal{G}_{+1}$ ), já 95,44% dos estudantes amostrados ( $\mu_1 \pm 2\sigma_1$ ), tiveram avaliação nessa habilidade com níveis entre  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$ ,  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$  (uma insignificante porção em  $\mathcal{G}_{-2}$ ). Na região entre -2 e -1 desvios padrões, os estudantes foram avaliados com “Falta de Planejamento” nos níveis  $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$  e  $\mathcal{G}_0$  (com maior concentração em  $\mathcal{G}_{-1}$ ) e, na região entre 1 e 2 desvios padrões os alunos foram avaliados com níveis  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$ .

Figura 41 – Conjuntos de pertinência da variável Criatividade



Fonte: Produção do próprio autor.

A figura 41, apresenta os conjuntos de pertinência da variável de entrada Criatividade, que junto com as variáveis Inovação e Pensamento Crítico formam a competência Criação (sistema S07, figura 35). No caso dessa variável tem-se que:

- A média da  $HPP_{16}^7$  foi  $\mu_{16} = -3,64$  (ver tabela 1), ou seja, em média os estudantes não se percebem com “Criatividade”;
- O valor da  $HPP_{16}^7$  quando  $HPP_{16}^7 = 0$  foi de  $z \approx 0,57$ , ou seja, as funções de pertinência tomarão esse valor como referência, logo um estudante  $u$  com  $HPP_{16}^7(u) > 0,57$  será avaliado com “Criatividade” e  $HPP_{16}^7(u) \leq 0,57$  “Sem Criatividade”;
- $\mathcal{G}_{-2}(x)$  está definido para valores de  $HPP_{16}^7 < z - 1,5 \approx -0,93$ , nível alto de “Falta de Criatividade”;
- $\mathcal{G}_{-1}(x)$  está definido para valores de  $-1,92 \approx z - 2,5 \leq HPP_{16}^7 < z \approx 0,57$ , nível moderado de “Falta de Criatividade”;
- $\mathcal{G}_0(x)$  está definido para valores de  $-0,43 \approx z - 1 \leq HPP_{16}^7 < z + 1 \approx 1,57$ , que é o nível baixo para “Falta de Criatividade” e “Criatividade”;
- $\mathcal{G}_{+1}(x)$  está definido para valores de  $0,57 \approx z \leq HPP_{16}^7 < z + 2,5 \approx 3,07$ , nível moderado de “Criatividade”; e

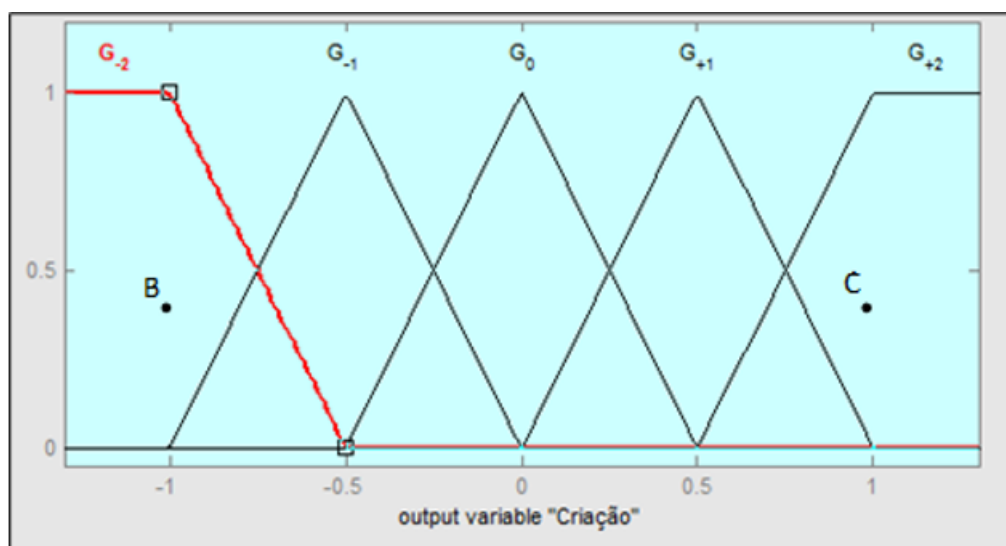
- $\mathcal{G}_{+2}(x)$  está definido para valores de  $HPP_{16}^7 > z + 1,5 \approx 2,07$ , nível alto de “Criatividade”.

Dessa forma, tomando como referência o parâmetro  $z$ , todos os conjuntos de pertinência das 26 variáveis dos subsistemas S1 a S10 do FSSA foram construídos, na seção seguinte será discutido a construção das variáveis de saída dos sistemas de S1 a S17, assim como as variáveis de entrada dos sistemas de S11 a S17.

### 6.3.3 Variáveis de saída do FSSA

Todas as variáveis de saída *crisp* dos subsistemas do FSSA possuem a mesma configuração. No caso da competência Criação (sistema S07, figura 35), as saídas linguísticas assumem dois trapézios denotados por  $\mathcal{G}_{-2}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$ , e três triângulos denotados por  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$  e  $\mathcal{G}_{+1}$ , figura 42, as interpretações dessas saídas linguísticas são análogas a das entradas dos sistemas S01 a S10. Nesse caso como exemplo,  $\mathcal{G}_{-2}$  indica um nível alto na contra habilidade “Falta de Criação”,  $\mathcal{G}_{-1}$  indica um nível moderado nessa contra habilidade,  $\mathcal{G}_0$  indica o limite entre a habilidade “Criação” e sua contra habilidade,  $\mathcal{G}_{+1}$  indica um nível moderado nessa habilidade e  $\mathcal{G}_{+2}$  indica um nível alto de “Criação”.

Figura 42 – Variável de saída Criação



Fonte: Produção do próprio autor.

É importante destacar que, conforme figura 35, a estrutura hierárquica do FSSA faz com que as saídas *crisp* dos sistemas S1 a S16 tornem-se as entradas *crisp* dos sistemas S11 a S17. Dessa forma, além das saídas *crisp* dos sistemas S1 a S17 possuírem configuração conforme a apresentada na figura 42, todas as variáveis de entrada dos sistemas S11 a S17 possuem essa mesma configuração.

O universo de discurso dessas saídas/entradas assumem valores no intervalo  $[-1, 3; 1, 3]$ , dessa forma a "desfuzzificação" do tipo centroide garante aos conjuntos extremos  $\mathcal{G}_{-2}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$  saídas *crisp* no intervalo  $[-1, 1]$  (ver pontos B e C da figura 42). Esse tipo de saída procura facilitar a interpretação do resultado que poderá ser compreendido em termos percentuais. Apesar desse indicador não possuir relação percentual com qualquer tipo grandeza, ela pode servir como parâmetro histórico do nível de SS do estudante a fim de analisar a sua evolução ao longo do tempo.

### 6.3.4 Construção, verificação e validação das regras do FSSA

As regras do tipo “Se A então B” foram construídas e validadas com acompanhamento quinzenal<sup>58</sup> do especialista. No quadro 23 é apresentado um exemplo de 15 das 125 regras construídas para avaliar competência Adaptabilidade (AD), sistema S08 da figura 35, tomando como habilidades agregadoras, Aceitar Opiniões (AO), Flexibilidade (FL) e Gestão de Conflitos (GC). Um desses exemplos (em destaque) seria “Se  $AO=\mathcal{G}_0$  e  $FL=\mathcal{G}_{+1}$  e  $GC=\mathcal{G}_{+2}$  então  $AD=\mathcal{G}_{+1}$ ”, ou seja, se um estudante tem nível baixo em aceitar opiniões e tem nível moderado em flexibilidade e tem nível alto em gerir conflitos, então ele tem nível moderado em adaptabilidade.

Quadro 23 – Exemplo de regras que avaliam a competência Adaptabilidade

Entradas			Saída
Aceita Opiniões	Flexibilidade	Gestão de Conflitos	Adaptabilidade
$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{-2}$
$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_{-1}$
$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_0$
$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-2}$
$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_0$
$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_{+1}$
$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-1}$
$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$
$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_{+1}$
$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{-1}$
$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_0$
$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_{+1}$
$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-1}$
$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_0$
$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{+1}$

Fonte: Produção do próprio autor.

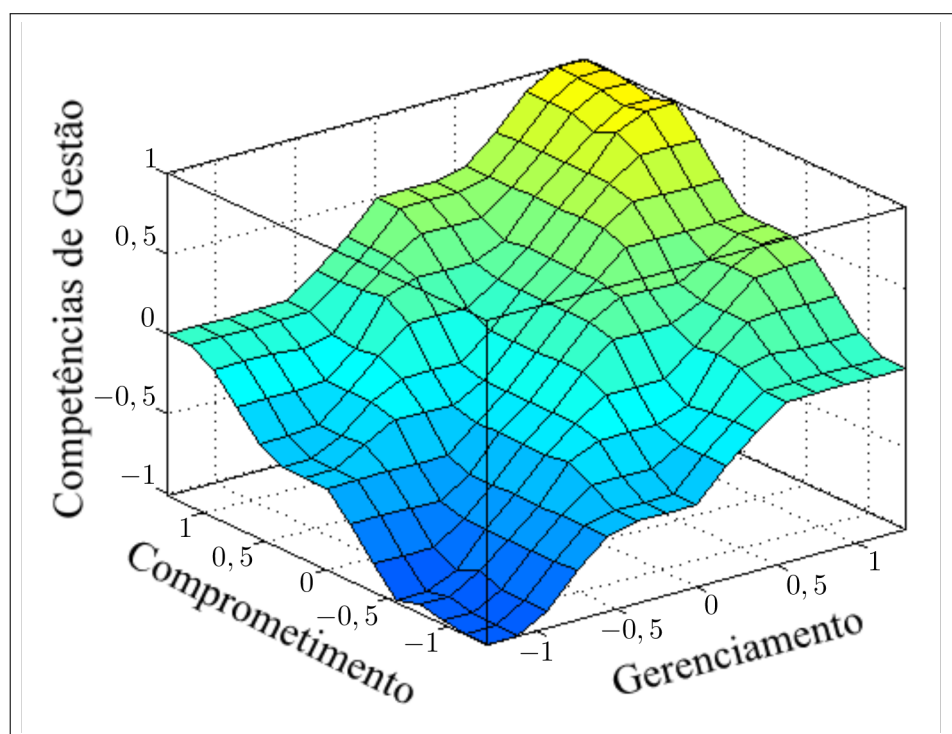
Para o processo de verificação do FSSA foram construídas 17 tabelas verdade referente aos sistemas S01 a S17, para cada competência a ser avaliada os valores esperados (propostos pelo especialista) e os valores retornados pelo FSSA foram comparados. Essa análise foi realizada para entradas *crisp* nos extremos da hipersuperfície, em regiões medianas da hipersuperfície e para as entradas *crisp* geradas pela autoavaliação e avaliação dos pares dos 19 estudantes amostrados. Por exemplo, no caso do sistema S14, a superfície representada na figura 43 destaca a variável de saída Competências de Gestão em função das variáveis de entrada Gerenciamento e Comprometimento, aqui tomou-se as seguintes entradas para efeito de verificação:

- Extremos:  $(1, 1)$ ,  $(1, -1)$ ,  $(-1, 1)$  e  $(-1, -1)$ . A entrada  $(1, 1)$  corresponde a um estudante avaliado com Gerenciamento em nível alto ( $\mathcal{G}_{+2}$ ) e Comprometimento em nível alto ( $\mathcal{G}_{+2}$ );

<sup>58</sup> As reuniões tiveram essa frequência em Julho/19, Agosto/19, Novembro/19 e Fevereiro/20. Nos meses de Setembro/19, Outubro/19, Março/20, Junho/20, Julho/20 e Ago/20 houve apenas uma reunião em cada mês. Nos meses de Dezembro/19, Janeiro/20, Abril/20 e Maio/20 não houveram reuniões.

- Medianas:  $(1, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(-1, 0)$ ,  $(0, -1)$  e  $(0, 0)$ . A entrada  $(-1, 0)$  corresponde a um estudante avaliado com Falta de Gerenciamento em nível alto ( $\mathcal{G}_{-2}$ ) e Comprometimento em nível baixo ( $\mathcal{G}_0$ );
- Estudantes avaliados no estudo de campo:  $(0, 44; 0, 50)$ ;  $(0, 19; -0, 40)$  e  $(-0, 50; -0, 55)$ . Aqui são três casos entre os 19 alunos amostrados, na primeira entrada tanto o Gerenciamento quanto o Comprometimento do estudante foram avaliados em nível moderado ( $(\mathcal{G}_{+1})$ ).

Figura 43 – Superfície gerada pela variável Competências de Gestão



Fonte: Produção do próprio autor.

O quadro 24 destaca os resultados esperados pelo especialista com referência a variável Competências de Gestão e os resultados retornados pelo sistema S14. Após o processo inicial de verificação dos 17 subsistemas do FSSA, falhas nos universos de discurso de entrada, de saída, conjuntos de pertinência e base de regras foram corrigidas em todos os sistemas, garantindo plena equivalência entre os resultados esperados e retornados.

Mesmo após o processo de verificação dos subsistemas do FSSA todas as regras foram validadas pelo especialista em análise comportamental. Em posse dos relatórios e entrevistas gerados pelos observadores, professor e estudantes nas sessões de AL o especialista e o EC comparavam os resultados da análise comportamental dos 19 estudantes amostrados nessa pesquisa com os resultados retornados pelo sistema FSSA. O procedimento de validação se deu da seguinte forma:

- Iniciou-se com a avaliação do sistema S1 (avalia a competência Gerenciamento);
- O especialista analisava os resultados retornados pelo FSSA, indicando concordâncias e discordâncias em relação ao Gerenciamento dos 19 estudantes amostrados (além de algumas entradas arbitrárias determinadas por ele);

Quadro 24 – Exemplo de verificação do FSSA

Entradas		Competências de Gestão	
Gerenciamento	Comprometimento	Resultado Esperado	Resultado Retornado
1	1	$\mathcal{G}_{+2}$	$\mathcal{G}_{+2}$
1	-1	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$
-1	1	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$
-1	-1	$\mathcal{G}_{-2}$	$\mathcal{G}_{-2}$
1	0	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{+1}$
0	1	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{+1}$
-1	0	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{-1}$
0	-1	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{-1}$
0	0	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$
0,44	0,5	$\mathcal{G}_{+1}$	$\mathcal{G}_{+1}$ tendendo a $\mathcal{G}_0$
0,19	-0,4	$\mathcal{G}_0$	$\mathcal{G}_0$ tendendo a $\mathcal{G}_{+1}$
-0,5	-0,55	$\mathcal{G}_{-1}$	$\mathcal{G}_{-1}$ tendendo a $\mathcal{G}_{-2}$

Fonte: Produção do próprio autor.

- No caso das concordâncias parte do sistema S1 era considerado validado;
- No caso das discordâncias o sistema retornava para ajustes pelo EC;
- De forma cíclica, o sistema retornava para o especialista avaliar e o EC reajustar de tal forma que não houvesse mais discordâncias entre os resultados retornados e o Gerenciamento dos estudantes segundo sua expertise e relatórios do estudo de campo;
- Assim, o sistema S1 foi considerado validado;
- Iniciou-se então a avaliação do sistema S2 (avalia a competência Interesse) de forma análoga ao realizado com o sistema S1; e
- Sucessivamente esse processo foi realizado até que todos os subsistemas fossem validados pelo especialista.

Embora houvesse o interesse inicial de usar o sistema validado pelo especialista para avaliar SS de outros grupos de estudantes submetidos a sessões de AL, a fim de garantir uma validação mais robusta do FSSA, a crise sanitária imposta pela pandemia do Coronavírus inviabilizou essa proposta. Assim, essa proposta será deixada para execução em trabalhos futuros.

### 6.3.5 Relatórios de *feedback* gerados pelo FSSA

Por meio do FSSA foi possível gerar relatórios individuais dos 19 estudantes amostrados no estudo de campo. O quadro 25 apresenta o relatório de perfil individual SS do estudante A13. Na primeira coluna estão as competências avaliadas pelo FSSA com base na estrutura apresentada na figura 35, na segunda coluna o nível em que o estudante foi avaliado em cada competência é um valor de saída *crisp* no intervalo  $[-1, 1]$  retornado pelo sistema<sup>59</sup>, na terceira coluna o grau é a saída linguística retornada,

<sup>59</sup> A interpretação em termos percentuais é uma mera forma de facilitar a compreensão. Porém esse valor não está relacionado com o percentual de qualquer tipo de grandeza.

Quadro 25 – Relatório de perfil individualizado SS do estudante A13

Competência	Nível	Grau	Resumo	Habilidades de destaque	Habilidades à melhorar
<b>Liderança</b>	50%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_{+2})$	Tem		
<b>C. de Gestão</b>	52%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_{+2})$	Tem		
Gerem.	52%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_{+2})$	Tem	Planejamento, Organização e G. do tempo	
Compr.	60%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_{+2})$	Tem		
Inter.	20%	$\mathcal{G}_0(\mathcal{G}_{+1})$	Tem	Iniciativa e Foco	Motivação
Respo.	61%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_{+2})$	Tem	Ética e Compromisso	
<b>C. Com./Inov.</b>	0%	$\mathcal{G}_0$	Pouco		
Com. Ef.	0%	$\mathcal{G}_0$	Pouco		
Comun.	0%	$\mathcal{G}_0$	Pouco	Leitura e Redação	Clareza de ideias
Confi.	-24%	$\mathcal{G}_0(\mathcal{G}_{-1})$	Ñ Tem	Perseverança	Segurança
Pod. Cr.	-35%	$\mathcal{G}_{-1}(\mathcal{G}_0)$	Ñ Tem		
Sol. Pr.	13%	$\mathcal{G}_0(\mathcal{G}_{+1})$	Pouco	Cap. analítica e Facilidade com TI	
Criaç.	-50%	$\mathcal{G}_{-1}(\mathcal{G}_{-2})$	Ñ Tem		Criatividade, Inovação e Pens. Crítico
<b>C. Sociais</b>	37%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_0)$	Tem		
Adapt.	10%	$\mathcal{G}_0(\mathcal{G}_{+1})$	Pouco	Flexibilidade e G. de conflitos	Aceitar opiniões
Tra. eq.	39%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_0)$	Tem	Sociabilidade e Agr. as pessoas	Colaboração
Empat.	50%	$\mathcal{G}_{+1}(\mathcal{G}_{+2})$	Tem	Comp. os Outros e G. de Ensinar	

Fonte: Produção do próprio autor.

na quinta coluna um resumo indica se o estudante "Tem", "Ñ Tem" ou tem "Pouco" da competência avaliada e nas duas últimas é apresentado as habilidades de destaque e a melhorar do estudante.

Em resumo, pode-se inferir que A13 tem:

- Liderança moderada garantida pela moderada aptidão em Competências de Gestão e Sociais, devendo melhorar as competências as Competências de Comunicação e Inovação;
- Gerenciamento de moderado a alto, com destaque em todas as habilidades voltadas para essa competência;

- Comprometimento de moderado a alto, refletido pelo alto senso de Responsabilidade e moderado Interesse, devendo melhorar a habilidade Motivação;
- Comunicação Efetiva baixa, refletida pelas competências Comunicação e Confiança, devendo melhorar as habilidades Clareza de ideias e Segurança;
- Falta Poder de Criação, apesar de apresentar habilidades de Solução de problemas de baixo a moderado, a dificuldade em Criação refletida pela falta de habilidades em Criatividade, Inovação e Pensamento Crítico lhe conferiu esse perfil; e
- Competências Sociais de moderado a baixo, refletido pelos bons resultados em Adaptabilidade, Trabalho em Equipe e Empatia, devendo melhorar apenas nas habilidades Aceitar Opinião e Colaboração.

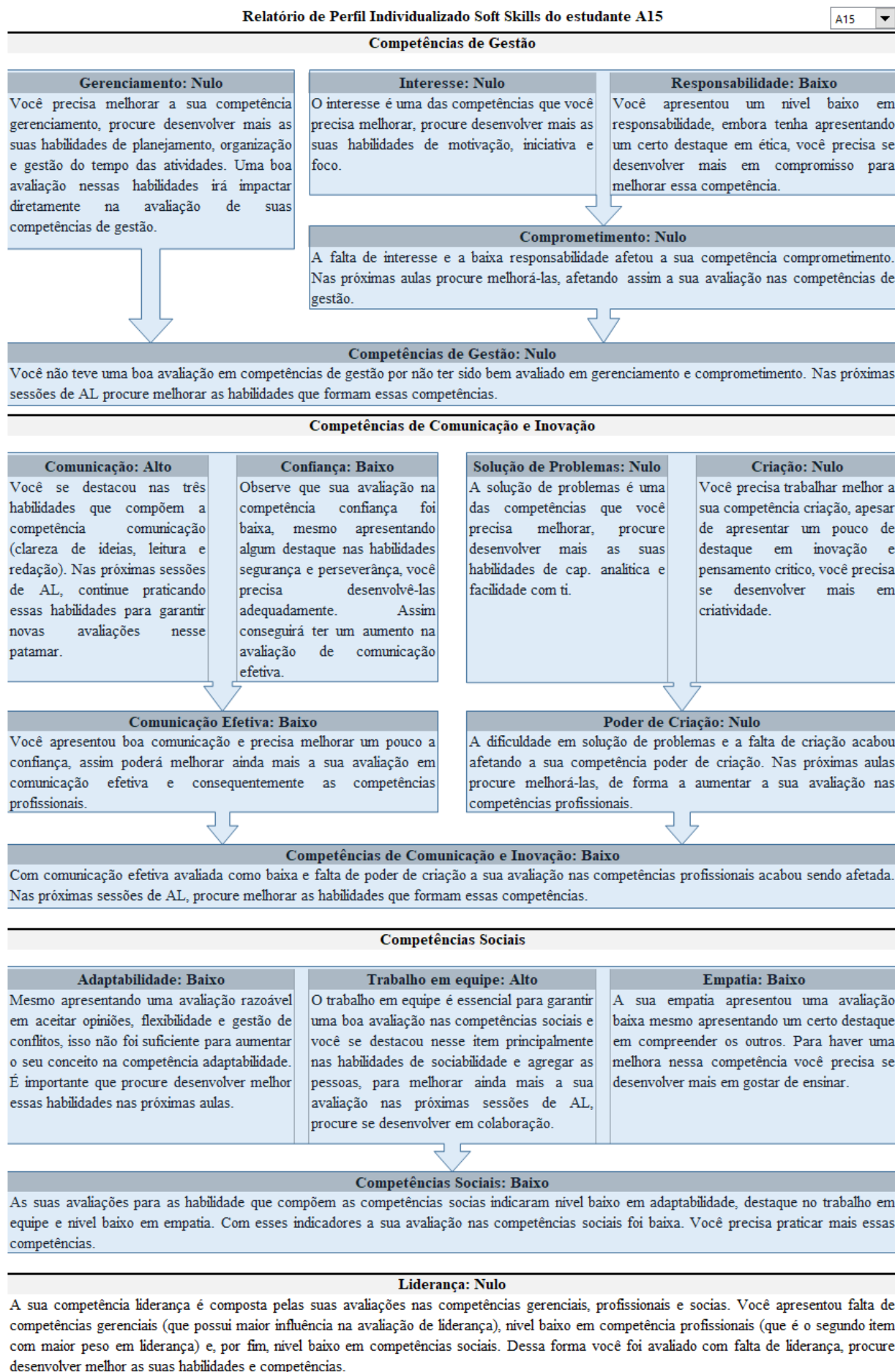
Além do relatório do quadro 25, a figura 44 destaca o relatório que descreve as SS em destaque e a melhorar do estudante A15.

Neste relatório apenas saídas linguísticas são apresentadas sem qualquer tipo de indicador numérico. Em resumo A15 tem:

- Avaliação de destaque nas competências Comunicação e Trabalho em equipe;
- Avaliação baixa nas competências Responsabilidade, Confiança, Comunicação Efetiva, Adaptabilidade e Empatia;
- Avaliação nula nas competências Gerenciamento, Interesse, Comprometimento, Solução de Problemas, Criação e Poder de Criação;
- Precisa melhorar as habilidades: Planejamento, Organização, Gestão do tempo, Motivação, Iniciativa, Foco, Compromisso, Capacidade analítica, TI, Criatividade, Colaboração e Gostar de Ensinar.

Esses relatórios visam garantir a professores, estudantes, instituições de ensino e pesquisadores um *feedback* constante sobre a incorporação das SS dos estudantes em ambiente AL. Para Lan et al. (2011), "ao receberem o *feedback*, os estudantes podem refletir e tentar adquirir o conhecimento que lhes faltam". Tanto o relatório apresentado no quadro 25 (estudante A13) quanto o ilustrado na figura 44 (estudante A15) são emitidos a partir das saídas do FSSA e estão disponíveis para os estudantes amostrados no estudo de campo.

Figura 44 – Relatório de SS em destaque e a melhorar do estudante A15



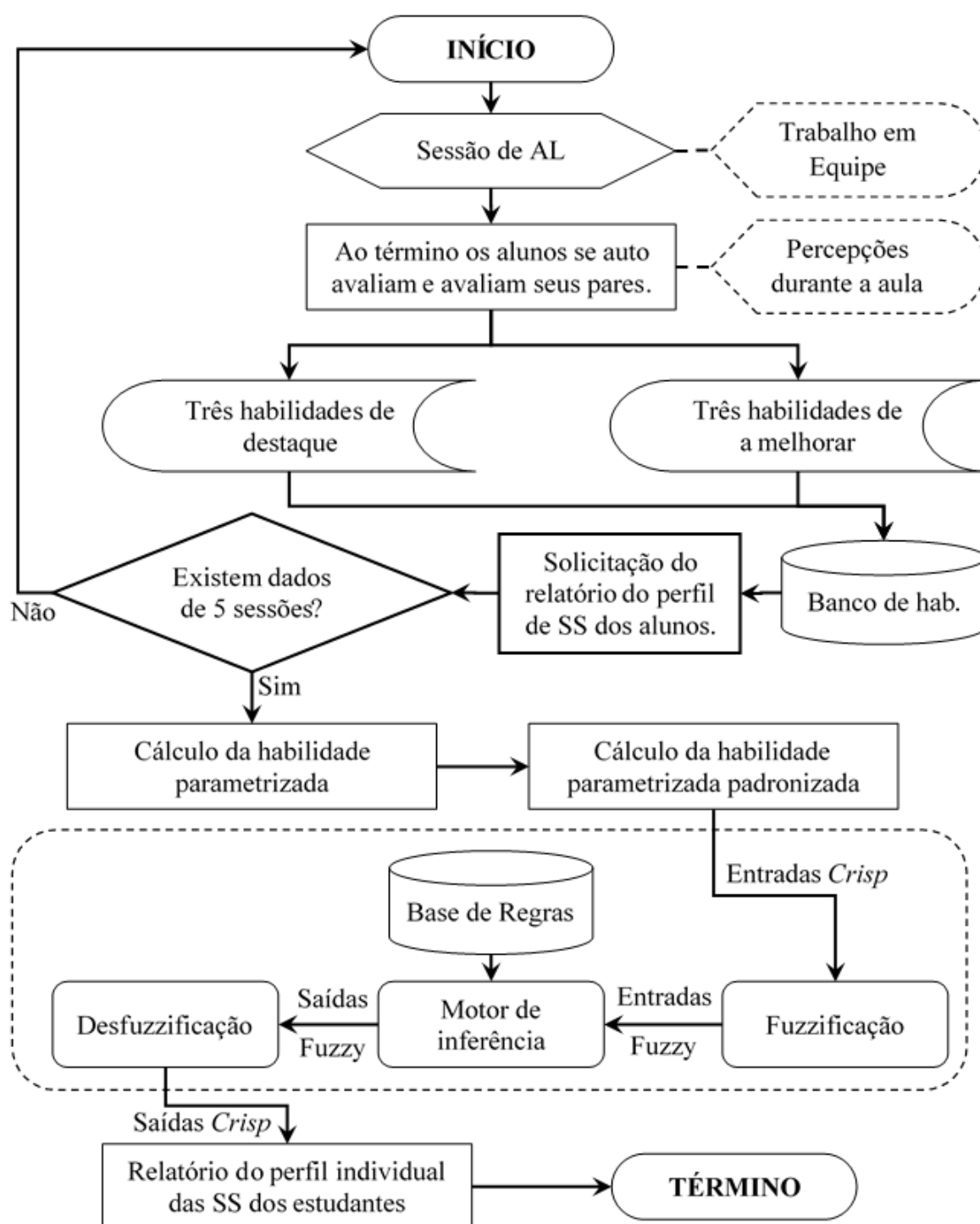
Fonte: Produção do próprio autor.



### 6.3.6 Processo de avaliação com o FSSA e comparação entre os resultados avaliados

O processo de avaliação com o FSSA envolve várias etapas que vão desde a sessão de AL que os estudantes são submetidos até a geração dos relatórios do perfil individual de SS desses estudantes.

Figura 45 – Processo de avaliação das SS de estudantes com o FSSA



Fonte: Produção do próprio autor.

O fluxograma na figura 45 apresenta essas etapas, que podem ser descritas como:

- Inicia-se com trabalho em equipe dos estudantes em uma sessão de AL;

- Ao término da sessão os estudantes se autoavaliam e avaliam os seus pares usando três habilidades de destaque e três habilidades a melhorar. As percepções observadas durante a aula são levadas em consideração;
- As habilidades assinaladas para cada estudante são armazenadas num banco de dados;
- É solicitado os relatórios do perfil de SS dos estudantes;
- Caso ainda não existam dados de ao menos cinco sessões de AL o relatório não será emitido (novas sessões com novas avaliações serão aguardadas). Quando houverem dados de ao menos cinco sessões de AL o sistema calculará a  $HP_h^p$ , habilidade parametrizada  $h$  em  $p$  sessões de AL para todos os estudantes solicitados;
- Os valores da  $HP_h^p$  são convertidos em  $HPP_h^p$  habilidade parametrizada padronizada  $h$  em  $p$  sessões de AL para servirem de entradas *crisp* do FSSA;
- As entradas *crisp* são fuzzificadas gerando entradas *Fuzzy* que passam pelo motor de inferência (munido da base de regras do FSSA) gerando as saídas *Fuzzy*. A desfuzzificação gera as saídas *crisp* que serão utilizadas para interpretar as SS dos estudantes; e
- O processo termina com a geração dos relatórios de perfil individual de SS dos estudantes.

Quadro 26 – Perfil individual dos estudantes retornados pelo FSSA

Equipe	Estudante	Líder	Com. Efetiva	Relac. Inter.	Geren.	Compro.	Poder Criação
E1	A01	Pouco	Pouco	Pouco	Tem	Ñ tem	Ñ tem
	A02	Tem	Pouco	Pouco	Tem	Tem	Pouco
	A03	Ñ tem	Pouco	Tem	Ñ tem	Ñ tem	Ñ tem
	A04	Tem	Tem	Ñ tem	Tem	Tem	Pouco
	A05	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Tem	Ñ tem
E2	A06	Tem	Pouco	Pouco	Tem	Tem	Ñ tem
	A07	Pouco	Pouco	Tem	Pouco	Tem	Ñ tem
	A08	Tem	Pouco	Pouco	Tem	Tem	Tem
	A09	Pouco	Pouco	Tem	Pouco	Tem	Ñ tem
E3	A10	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Tem
	A11	Pouco	Tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Ñ tem
	A12	Tem	Tem	Ñ tem	Tem	Tem	Ñ tem
	A13	Tem	Pouco	Tem	Tem	Tem	Ñ tem
	A14	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
E4	A15	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Ñ tem	Ñ tem
	A16	Tem	Pouco	Ñ tem	Pouco	Tem	Pouco
	A17	Ñ tem	Tem	Pouco	Ñ tem	Ñ tem	Ñ tem
	A18	Ñ tem	Pouco	Tem	Ñ tem	Pouco	Ñ tem
	A19	Ñ tem	Pouco	Pouco	Ñ tem	Pouco	Ñ tem

Fonte: Produção do próprio autor.

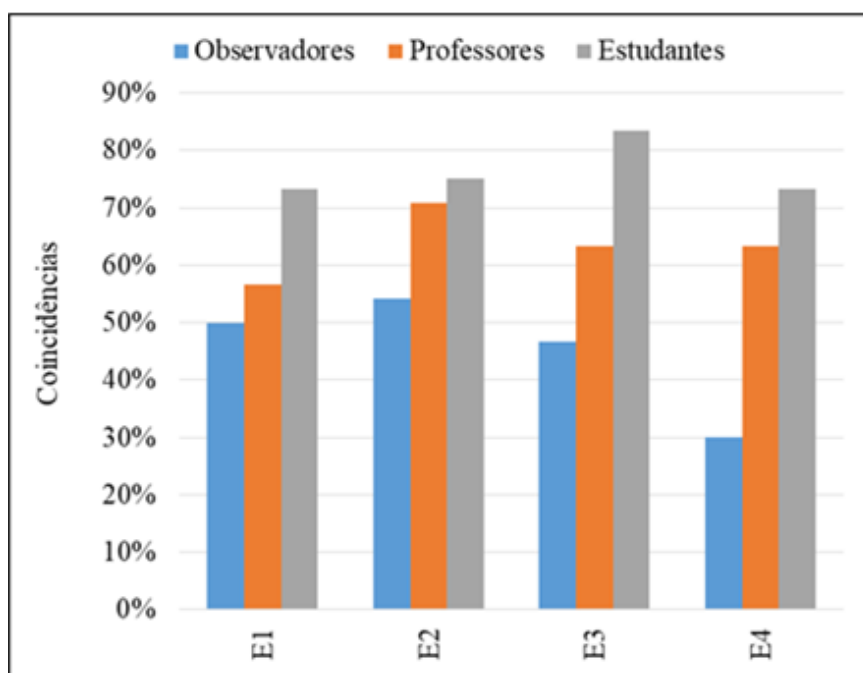
O quadro 26 sintetiza os resultados dos 19 estudantes amostrados, retornados pelo FSSA. Para possibilitar a comparação desses resultados com os resultados do quadro 15 (perfil dos estudantes

segundo os observadores), quadro 20 (perfil dos estudantes segundo o professor) e quadro 21 (perfil dos estudantes segundo as autoavaliação e avaliação dos pares), as competências Liderança, Comunicação Efetiva, Relacionamento Interpessoal, Gerenciamento, Comprometimento e Poder de Criação foram descritas linguisticamente por “Ñ tem”, “Pouco” e “Tem”, observando os seguintes parâmetros:

- “Ñ tem”, para competências com saídas *crisp*  $y < -18\%$ ;
- “Pouco”, para competências com saídas *crisp*  $-18\% < y < 18\%$ ;
- “Tem”, para competências com saídas *crisp*  $y > 18\%$ .

Esses parâmetros foram escolhidos apenas para realizar uma análise comparativa e qualitativas entre os resultados dos quadros 15, 20, 21 e 26, sendo adotados com base nos conjuntos de pertinência das variáveis de saída do sistema.

Figura 46 – Percentual de coincidência na avaliação dos observadores, professor e estudantes comparados com o FSSA

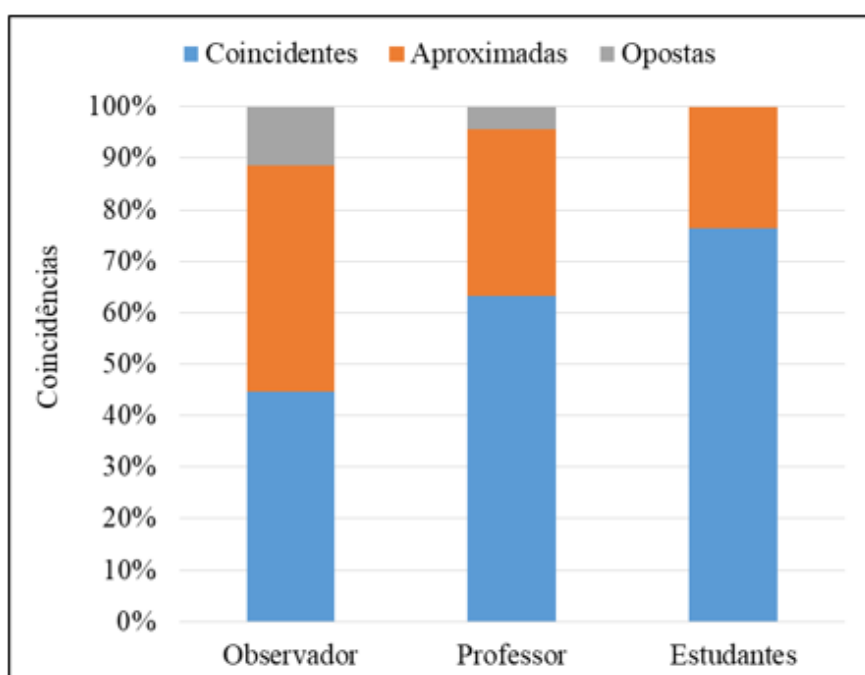


Fonte: Produção do próprio autor.

A figura 46, apresenta uma comparação entre os resultados apresentados no quadro 26 com os resultados dos quadros 15, 20 e 21. Nesse gráfico as barras azuis representam o percentual de coincidências entre os resultados retornados pelo FSSA (quadro 26) e pelos observadores (quadro 15), as barras laranjas o mesmo percentual porém comparando o FSSA com o professor (quadro 20) e, por fim, as barras cinzas que comparam os resultados retornados pelo FSSA e estudantes (quadro 21). Os resultados retornados pelo FSSA coincidem mais com os resultados das percepções dos estudantes do que dos observadores e professor, atingindo percentuais maiores ou igual a 73,3% nas quatro equipes amostradas.

Na figura 47, pode-se observar que o percentual de coincidência entre os resultados do FSSA e as percepções dos estudantes (76,3%) é maior do que quando comparado com as percepções dos

Figura 47 – Percentual de percepções coincidentes, aproximadas e opostas na comparação entre os resultados do FSSA e a percepção dos demais atores



Fonte: Produção do próprio autor.

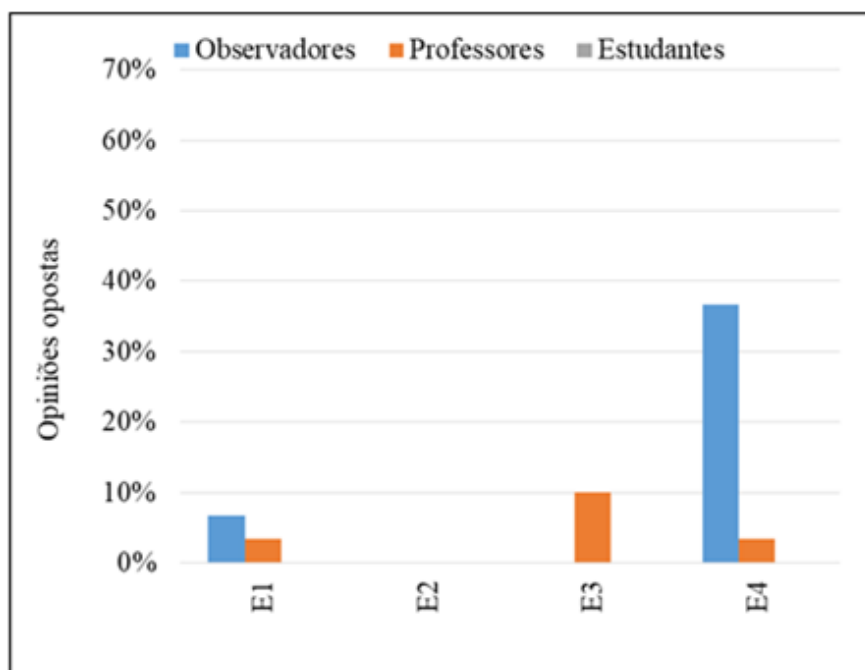
observadores (44,7%) e professor (63,1%), além disso, o caso de avaliações opostas que está em torno de 11,4% (SE e observador) e 4,4% (SE e professor) chega a zero quando compara-se FSSA e estudantes. Esses resultados são suportados pelo teste  $\chi^2$  (qui-quadrado) com nível de significância  $\alpha = 0,05$ , o nível descritivo de  $p \approx 5,5 \times 10^{-6}$ , menor que  $\alpha$  garantindo assim a rejeição da hipótese nula<sup>60</sup>, ou seja, as frequências das percepções coincidentes e diferentes (aproximadas mais opostas) são diferentes das frequências esperadas (teóricas). Essas diferenças nos percentuais se justifica pelo fato de que os mesmos dados usados para construir o perfil dos estudantes na percepção dos próprios (quadro 21), foram utilizados como *input* no FSSA para construir o perfil dos estudantes (quadro 26) e, além disso, há o intuito de que o FSSA apresente a expertise do especialista com dados oriundos da autoavaliação e avaliação dos pares.

A figura 48 apresenta o percentual de percepções contrárias na comparação entre os atores e o FSSA. Nesse gráfico, percebe-se que tanto nas equipes E1, E2 e E3 o percentual de contrariedade observadores  $\times$  FSSA e professor  $\times$  FSSA é insignificante, já no caso da equipe E4, as percepções do observador O4 se opõe de forma significativa do retorno dado pelo FSSA, esse resultado já tinha sido destacado na contrariedade entre observadores e professor (seção 6.2.2) e observadores e estudantes (seção 6.2.3). Aqui é importante destacar que não houve sequer um caso de contrariedade entre as percepções dos estudantes e os resultados retornados pelo FSSA, o que pode ser facilmente justificado pela origem da base de dados comentado no parágrafo anterior.

Em relação as seis competências finais, Gerenciamento, Comprometimento, Comunicação Efetiva, Poder de Criação, Adaptabilidade e Liderança avaliadas pelos subsistemas do FSSA, uma análise

<sup>60</sup> Nesse teste tem-se:  $H_0$ : as percepções coincidentes e diferentes (aproximadas mais opostas) ao FSSA independem do tipo de avaliador; e  $H_1$ : as percepções coincidentes e diferentes ao FSSA dependem do tipo de avaliador.

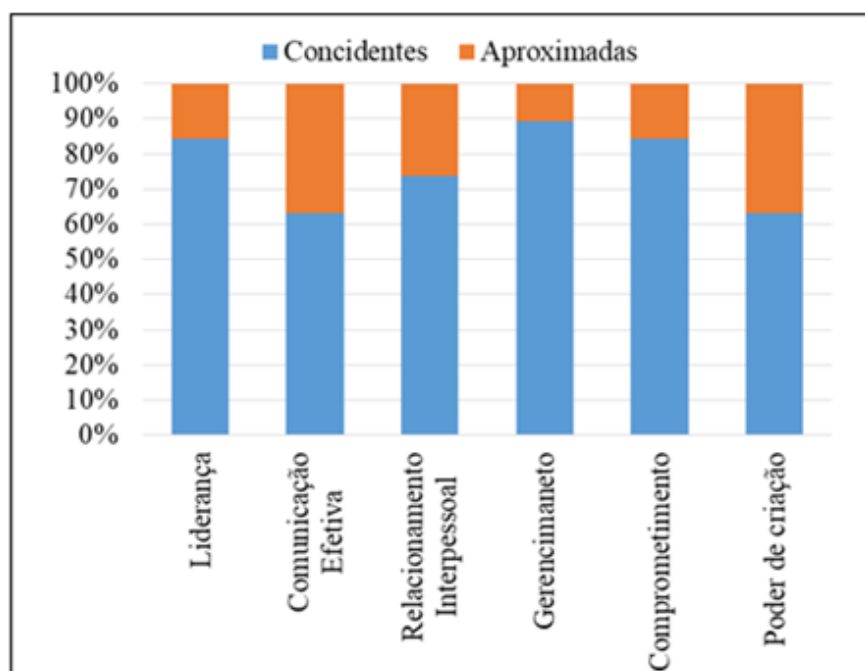
Figura 48 – Percentual de contrariedade na avaliação dos observadores, professor e estudantes comparados com o FSSA



Fonte: Produção do próprio autor.

comparativa entre o quadro 21 (percepções dos estudantes) e o quadro 26 (retorno do FSSA) mostra que 84,2% dos resultados coincidem em Liderança, 63,2% em Comunicação Efetiva, 73,7% em Relacionamento Interpessoal, 89,5% em Gerenciamento, 84,2% em Comprometimento e 63,2% em Poder de Criação, ver figura 49.

Figura 49 – Percentual de percepções coincidentes e aproximadas comparando estudantes e FSSA por Competência

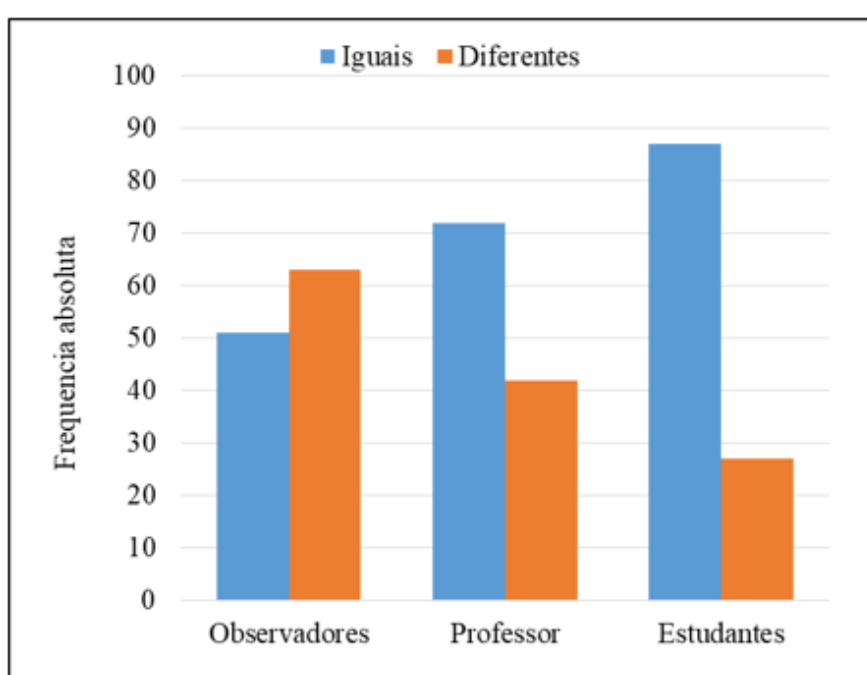


Fonte: Produção do próprio autor.

Em todos os casos em que houve diferença na percepção dos estudantes e resultados retornados pelo FSSA, ficaram na linha limítrofe entre “Tem” e “Pouco”, ou “Pouco” ou “Não tem” (barras laranjas da figura 50). Vale ressaltar, assim como discutido no final da seção 6.2.2, que a diferença entre “ter uma determinada habilidade ou ter pouco dessa habilidade” ou “não ter uma determinada habilidade ou ter pouco dessa habilidade” é muito subjetivo em uma análise comportamental, não configurando uma alarmante discrepância de resultados.

Além disso, observa-se que tanto na comparação entre professor  $\times$  FSSA quanto estudantes  $\times$  FSSA, as percepções iguais (barras azuis) são significativamente maiores que as percepções diferentes (barras laranjas), diferentemente da comparação entre observador  $\times$  FSSA.

Figura 50 – Percepções iguais e diferentes comparando resultados do FSSA e observadores, professor e estudantes



Fonte: Produção do próprio autor.

Diante os resultados apresentados nesta seção, pode-se concluir que as avaliações de SS retornados pelo FSSA, além de incluírem as expertises do especialista, possuem boa concordância com os resultados da percepção dos estudantes na autoavaliação e avaliação dos pares, podendo servir como instrumento para avaliar SS em sessões de AL.

#### 6.4 SÍNTESE DA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Alguns pontos importantes a serem destacados são:

- Com exceção de uma das equipes, as SS dos estudantes percebidas pelos observadores e professor coincidem em 57,8% dos casos na média das equipes, chegando a 96,7% quando os casos com percepções diferentes, porém aproximadas. Já os casos de percepções opostas entre observadores e professor foi de 3,3% em média quando se considera três das quatro equipes amostradas, chegando a 20,0% dos casos quando se observa apenas a equipe E4. Essa falta

de homogeneidade entre as percepções era esperada, haja vista que atores diferentes, possuem percepções diferentes. Com a utilização do FSSA para a tomada de decisão essa intempérie foi solucionada.

- Quando analisado as SS dos estudantes na percepção dos observadores e professor em comparação com as percepções dos estudantes, observa-se que, apesar de não haver evidências estatísticas, as percepções do professor coincidem mais com a percepção dos estudantes do que a percepção dos observadores. Chamando mais atenção o caso de percepções opostas entre o observador O4 e os estudantes que foi de 30,0%, esse fato não foi observado nas demais equipes e nem na comparação entre professor e estudantes, em que em todas as equipes avaliadas não ultrapassam 10,0%. Fatos como esses nos levam a refletir que: observadores diferentes acabam gerando percepções heterogêneas; apesar da proximidade física entre observador/aluno fornecer ao primeiro ator uma melhor percepção sobre algumas SS, a falta de perícia e divergência de concepções lhes deixam aquém na avaliação do outras SS; apesar da expertise do professor deixá-lo em vantagem para avaliar algumas SS, a formalidade intrinsecamente imposta pela relação professor/aluno acaba o deixando em desvantagem para avaliar outras SS; a intimidade na relação aluno/aluno acaba fornecendo-lhes percepções mais confiáveis sobre o perfil individual de SS dos estudantes. Dessa forma, por limitações impostas ao pesquisador, optou-se por usar como entrada *crisp* do FSSA apenas os dados coletados na autoavaliação dos estudantes e avaliação dos pares.
- Da análise teórica/conceitual e entrevista com o especialista, 26 habilidades (variáveis de entrada) foram utilizadas para formar as 1225 regras do FSSA, numa estrutura hierárquica que evita a explosão combinatória, aumentando o processamento computacional e facilitando o processo de validação do sistema. As frequências absolutas das habilidades foram convertidas em  $HP_h$  que potencializa a avaliação individual de determinada habilidade quando percebida por mais de um ator. A conversão da  $HP_h$  em  $HPP_h$  por meio da técnica de padronização, garantiu o tratamento de todas as 26 variáveis de entrada num universo de discurso de  $[-5, 5]$  associando os conjuntos de pertinência a uma distribuição normal padronizada. A construção dos conjuntos de pertinência  $\mathcal{G}_{-2}$ ,  $\mathcal{G}_{-1}$ ,  $\mathcal{G}_0$ ,  $\mathcal{G}_{+1}$  e  $\mathcal{G}_{+2}$  utilizando como referência o parâmetro  $z$  ( $z = HPP_h$  quando  $HP_h = 0$ ) além de garantir a estrita relação dos dados de entrada com a distribuição normal, fez com que as os conjuntos de pertinência não estejam deslocados com base na média  $\mu_h$  da  $HP_h$  e sim com base no valor que é o limite entre ter ou não ter determinada habilidade. Com as variáveis de saída linguísticas e o intervalo de saída *crisp* no intervalo  $[-1, 1]$ , a interpretação dos resultados são facilitados para profissionais que não estão muito familiarizados com grandezas numéricas.
- O perfil de SS dos estudantes emitido pelo FSSA em comparação com o perfil de SS percebido pelos estudantes na autoavaliação e avaliação dos pares, atinge 76,3% de casos coincidentes, chegando a 100,0% quando se adiciona aos casos coincidentes os casos diferentes porém aproximados, não havendo casos de percepções opostas. Já o perfil de SS retornado pelo FSSA em comparação com os percebidos pelos observadores coincide em 45,2% dos casos e

comparados com os percebidos pelo professor coincide em 63,5% dos casos. Adicionando os casos de percepções diferentes mais aproximadas, no caso da comparação com os observadores chega-se a 89,2% (10,8% de percepções contrárias) e na comparação com professor a 95,8% (4,2% de percepções contrárias). Dessa forma, pode-se concluir que os resultados do perfil de SS dos estudantes retornado pelo FSSA possui boa concordância com os resultados percebidos pelos estudantes.



## 7 CONCLUSÃO

Conforme discutido nesta tese, as instituições de ensino superior tem trabalhado fortemente para desenvolver as SS em complemento as HS, garantindo uma proximidade entre o perfil do egresso e o perfil profissional almejado pelos futuros empregadores. E para desenvolver essas componentes, as instituições de ensino superior tem adotado práticas de ensino/aprendizagem envolvendo o uso de AL.

Como existe a dificuldade das instituições de ensino, pesquisadores e professores em avaliar as SS, foi desenvolvido o FSSA para avaliar as SS a partir dos dados coletados de estudantes ao final de cada aula. Este SE apoia-se na expertise de psicólogo, autoavaliação dos estudantes e avaliação dos seus pares para retornar com o perfil de SS de cada estudante.

Avaliar o grau de incorporação das SS em estudantes é de fundamental importância para as universidades adequarem seus currículos baseados em competências, ajudar pesquisadores a corroborarem seus estudos transversais e longitudinais sobre a eficiência da AL no desenvolvimento das SS, amparar os professores na readaptação de estratégias de ensino que visam eficácia no processo de aprendizagem e fornecer *feedback* constante aos estudantes sobre as suas HC. Garantindo assim a regulação de instituições de ensino e professores na formação das SS de seus estudantes e a autorregulação dos estudantes no processo de desenvolvimento das SS.

Por meio da análise teórica/conceitual e da aquisição do conhecimento junto ao especialista foi possível identificar, registrar e categorizar as principais habilidades almeçadas aos futuros profissionais. Por meio dos dados coletados no estudo de campo foi possível investigar e descrever o comportamento dos estudantes em sessões de AL; e coletar as percepções de observadores, professor e dos próprios estudantes sobre a suas habilidades e competências; construindo assim o perfil individual de SS dos 19 estudantes amostrados na percepção de cada um dos atores envolvidos. Nas reuniões com o especialista, foi possível construir (avaliando e reavaliando) a base de conhecimento do FSSA, compreendendo assim quais habilidades se interligam para formar novas competências; ainda por meio dessas reuniões o FSSA foi validado, confirmando o pressuposto de que um SE com LF, munido das expertises de psicólogo, pode auxiliar na avaliação do grau de incorporação das SS de estudante. Por meio da modelagem/simulação foi possível implementar o FSSA na *interface Fuzzy* do MatLab; e verificar a existência de erros semânticos e de sintaxe que foram eliminados. Dessa forma, os objetivos específicos da tese foram alcançados.

Com a operacionalização do FSSA, é possível considerar a autoavaliação dos estudantes e a avaliação dos pares em todas as sessões de AL, sem onerar significativamente o tempo de duração da aula, pois os estudantes se autoavaliam e avaliam seus pares indicando apenas três habilidades de destaque e três habilidades a melhorar em cada sessão de AL. Além disso, é garantido ainda a expertise de um "psicólogo virtual" em todas as sessões AL. Outro destaque é que os relatórios de perfil das SS dos estudantes é de simples compreensão, facilitando a interpretação por quaisquer usuários.

Assim pode-se concluir que o objetivo geral dessa pesquisa que foi o de “propor um sistema especialista *Fuzzy* com expertise de psicólogo que visa auxiliar professores, pesquisadores e instituições de ensino a avaliar o nível de incorporação das SS de seus estudantes em sessões de AL”, foi alcançado

e a questão inicial foi respondida.

Como contribuições científicas essa pesquisa fornece: elementos estruturais diferenciados para a etapa de aquisição do conhecimento de um SE, envolvendo a triangulação metodológica entre análise teórica/conceitual, estudo de campo e modelagem/simulação; uma estrutura classificada e categorizada das HC; e a base de conhecimento do FSSA adquirida junto a um especialista em análise comportamental. Como contribuição aplicadas às universidades, pesquisadores e professores, fornece: um SE para avaliação da incorporação das SS de estudantes em sessões de AL. Como contribuição social, fornece: a possibilidade de auxiliar no desenvolvimento das SS de estudantes, competências tão importante quanto as HS, porém de difícil avaliação.

As limitações da pesquisa incluem: a aquisição de conhecimento de um único especialista; a não utilização da avaliação do professor na métrica proposta, o que caracterizaria uma avaliação em 360 graus; o desenvolvimento de uma plataforma interativa e amigável para o usuário final; e a não implementação do FSSA em turmas após a verificação e validação.

Como trabalhos futuros, pretende-se: adicionar as percepções do professor ao conjunto de dados do FSSA; realizar uma pesquisa longitudinal, utilizando o FSSA em mais turmas a fim de verificar as relações de causa e efeito entre o uso de AL e o desenvolvimento de SS.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-KHALIK, A. S.; MASSOUD, A. M.; AHMED, S. A senior project-based multiphase motor drive system development. **IEEE Transactions on Education**, Piscataway, v. 59, n. 4, p. 307–318, 2016.
- ACHCAOUCAOU, F. et al. Competence assessment in higher education: a dynamic approach. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, Hoboken, v. 4, p. 454–467, 2014.
- AISSAOUI, O. E. et al. A fuzzy classification approach for learning style prediction based on web mining technique in e-learning environments. **Education and Information Technologies**, New York, v. 24, p. 1943–1959, 2019.
- AKILI, W. On implementation of problem-based learning in engineering education: thoughts, strategies and working models. In: PROCEEDINGS - FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2011, Rapid City. **Anais [...]**. Rapid City: IEEE, 2011. p. S3B-1–S3B-6.
- ALIAN, M.; SHAOUD, A. Predicting learners styles based on fuzzy model. **Education and Information Technologies**, New York, v. 22, n. 5, p. 2217–2234, 2017.
- ALLEN, J.; VAN DER VELDEN, R. **The Role of Self-Assessment in Measuring Skills**. Netherlands: ROA External Reports, 2005.
- ANDREWS, J.; HIGSON, H. Graduate employability, 'soft skills' versus 'hard' business knowledge: a European study. **Higher Education in Europe**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 411–422, 2008.
- BAUTISTA, I. Generic competences acquisition through classroom activities in first-year agricultural engineering students. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Heidelberg, v. 13, n. 1, p. 29, 2016.
- BAYTIYEH, H. The flipped classroom model: when technology enhances professional skills. **International Journal of Information and Learning Technology**, Bingley, v. 34, n. 1, p. 51–62, 2017.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- BIKFALVI, A. et al. Complementing education with competence development: an ICT-based application. **International Journal of Management in Education**, Olney, v. 1, n. 3, p. 231, 2007.
- BOHLOULI, M. et al. Competence assessment as an expert system for human resource management: a mathematical approach. **Expert Systems with Applications**, Oxford, v. 70, p. 83–102, 2017.
- BRILINGAITE, A.; BUKAUSKAS, L.; JUŠKEVICIENE, A. Competency assessment in problem-based learning projects of information technologies students. **Informatics in Education**, Vilnius, v. 17, n. 1, p. 21–44, 2018.
- BUCCIARI, G. P. **Sistemas baseados em conhecimento para aplicação de eficiência energética e conservação de energia para plantas industriais**. 172 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) — Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Guaratinguetá, SP, 2018.
- BURGESS, R. G. **In the field: an introduction to field research**. London: Routledge, 2002.

- BURKE, A. S.; FEDOREK, B. Does “flipping” promote engagement?: a comparison of a traditional, online, and flipped class. **Active Learning in Higher Education**, London, v. 18, n. 1, p. 11–24, 2017.
- BURNIK, U.; KOŠIR, A. Industrial product design project: building up engineering students’ career prospects. **Journal of Engineering Design**, Oxfordshire, v. 28, n. 7-9, p. 549–567, 2017.
- CHAI, K. C.; TAY, K. M.; LIM, C. P. A new fuzzy peer assessment methodology for cooperative learning of students. **Applied Soft Computing**, Amsterdam, v. 32, p. 468–480, 2015.
- CHAMORRO-PREMUZIC, T. et al. Soft skills in higher education: Importance and improvement ratings as a function of individual differences and academic performance. **Educational Psychology**, Oxford, v. 30, n. 2, p. 221–241, 2010.
- CHAN, C. K. Y.; ZHAO, Y.; LUK, L. Y. Y. A validated and reliable instrument investigating engineering students’ perceptions of competency in generic skills. **Journal of Engineering Education**, Hoboken, v. 106, n. 2, p. 299–325, 2017.
- CHRYSAFIADI, K.; VIRVOU, M. Fuzzy logic for adaptive instruction in an e-learning environment for computer programming. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, Piscataway, v. 23, n. 1, p. 164–177, 2015.
- CIMATTI, B. Definition, development, assessment of soft skills and their role for the quality of organizations and enterprises. **International Journal for Quality Research**, Kragujevac, v. 10, n. 1, p. 97–130, 2016.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 6. ed. London: Routledge, 2007.
- CONCHADO, A.; CAROT, J. M.; BAS, M. C. Competencies for knowledge management: development and validation of a scale. **Journal of Knowledge Management**, Bingley, v. 19, n. 4, p. 836–855, 2015.
- CROSBIE, R. Learning the soft skills of leadership. **Industrial and Commercial Training**, Bingley, v. 37, n. 1, p. 45–51, 2005.
- Crouch, C. and Mazur, E. Peer instruction: ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, Melville, v. 69, n. 9, p. 970–977, 2001.
- DEEP, S.; SALLEH, B. M.; OTHMAN, H. Study on problem-based learning towards improving soft skills of students in effective communication class. **International Journal of Innovation and Learning**, Olney, v. 25, n. 1, p. 17, 2019.
- DEVADASON, E. S.; SUBRAMANIAM, T.; DANIEL, E. G. S. Final year undergraduates’ perceptions of the integration of soft skills in the formal curriculum: a survey of Malaysian public universities. **Asia Pacific Education Review**, Dordrecht, v. 11, n. 3, p. 321–348, 2010.
- DIAS, B.; DINIZ, A. FuzzyQoI model: a fuzzy logic-based modelling of users’ quality of interaction with a learning management system under blended learning. **Computers & Education**, Oxford, v. 69, p. 38–59, 2013.
- DOGARA, G. et al. Project-based learning conceptual framework for integrating soft skills among students of technical colleges. **IEEE Access**, Piscataway, v. 8, p. 83718–83727, 2020.
- ERDOGAN, T.; SENEMOGLU, N. Problem-based learning in teacher education: its promises and challenges. **Procedia — Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 116, p. 459–463, 2014.

- GARCÍA-ARACIL, A.; VAN DER VELDEN, R. Competencies for young European higher education graduates: labor market mismatches and their payoffs. **Higher Education**, Dordrecht, v. 55, n. 2, p. 219–239, 2008.
- GARCÍA, M. G. et al. Development and evaluation of the team work skill in university contexts. Are virtual environments effective? **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Heidelberg, v. 13, n. 1, p. 1–11, 2016.
- GOMATHI, C.; RAJAMANI, V. Skill-based education through fuzzy knowledge modeling for e-learning. **Computer Applications in Engineering Education**, Hoboken, v. 26, n. 2, p. 393–404, 2017.
- GONZALEZ, A. J.; DANKEL, D. D. **The engineering of knowledge-based systems: theory and practice**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993.
- GREGOR, S.; BENBASAT, I. Explanations from intelligent systems: theoretical foundations and implications for practice. **MIS Quarterly**, Minneapolis, v. 23, n. 4, p. 497–530, 1999.
- HASSAN, S. A. H. S. et al. Methods to study enhancement of problem solving skills in engineering students through cooperative problem-based learning. **Procedia — Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 56, p. 737–746, 2012.
- HECKMAN, J. J.; KAUTZ, T. Hard evidence on soft skills. **Labour Economics**, Amsterdam, v. 19, n. 4, p. 451–464, 2012.
- HEIJKE, H.; MENG, C.; RAMAEKERS, G. An investigation into the role of human capital competences and their pay-off. **International Journal of Manpower**, Bingley, v. 24, n. 7, p. 750–773, 2003.
- HOSKINS, B.; CRICK, R. D. Competences for learning to learn and active citizenship : different currencies or two sides of the same coin? **European Journal of Education**, Chichester, v. 45, n. 1, p. 121–137, 2010.
- ILIC, D. Assessing competency in evidence based practice: strengths and limitations of current tools in practice. **BMC Medical Education**, London, v. 9, n. 1, p. 53, 2009.
- JUSTO, E. D.; DELGADO, A. Change to competence-based education in structural engineering. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, Reston, v. 141, n. 3, p. 1–8, 2015.
- KHALID, M. N. A.; YUSOF, U. K.; XIANG, L. G. Model student selection using fuzzy logic reasoning approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATICS: CONCEPTS, THEORY AND APPLICATION (ICAICTA), 2016. **Anais[...]**. Penang: IEEE, 2016. p. 1–6.
- KUMARI, R.; KUMAR, S.; SHARMA, V. K. Fuzzified expert system for employability assessment. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 62, p. 99–106, 2015.
- LAN, C. H. et al. Enrichment of peer assessment with agent negotiation. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, Piscataway, v. 4, n. 1, p. 35–46, 2011.
- LEHTOVUORI, A. et al. Interactive engagement methods in teaching electrical engineering basic courses. In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2013. **Anais [...]**. Berlin: IEEE, 2013. p. 75–84.

LEVANT, Y.; COULMONT, M.; SANDU, R. Business simulation as an active learning activity for developing soft skills. **Accounting Education**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 368–395, 2016.

LEVASSEUR, R. E. People skills: developing soft skills - a change management perspective. **Interfaces**, Catonsville, v. 43, n. 6, p. 566–571, 2013.

LIAO, S. H. Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. **Expert Systems with Applications**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 93–103, 2005.

LIN, C.-C.; GUO, K.-H.; LIN, Y.-C. A simple and effective remedial learning system with a fuzzy expert system. **Journal of Computer Assisted Learning**, Chichester, v. 32, n. 6, p. 647–662, 2016.

LUTSENKO, G. Case study of a problem-based learning course of project management for senior engineering students. **European Journal of Engineering Education**, Oxfordshire, v. 43, n. 6, p. 895–910, 2018.

MACHADO, M. A. S. et al. A fuzzy logic application in virtual education. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 91, p. 19–26, 2016.

MAKATSORIS, C. An information and communication technologies–based framework for enhancing project management education through competence assessment and development. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, Hoboken, v. 19, n. 6, p. 544–567, 2009.

MARQUES, J. Understanding the strength of gentleness: soft-skilled leadership on the rise. **Journal of Business Ethics**, Dordrecht, v. 116, n. 1, p. 163–171, 2013.

MATELLI, J. A. **Sistemas baseados em conhecimento para projeto de plantas de cogeração a gás natural**. 134 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

MATVEEV, A. V.; MILTER, R. G. An implementation of active learning: assessing the effectiveness of the team infomercial assignment. **Innovations in Education and Teaching International**, Oxford, v. 47, n. 2, p. 201–213, 2010.

MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed.. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MOURA, I. C.; Van Hattum-Janssen, N. Teaching a CS introductory course: an active approach. **Computers & Education**, Oxford, v. 56, n. 2, p. 475–483, 2011.

MULCAHY-DUNN, A. et al. The relationship between grit, self-control, and early grade reading: a trial measuring soft skills in rural Tanzania. **Educational Psychology**, Oxford, v. 38, n. 8, p. 997–1009, 2018.

NOVAIS, A. S. de; SILVA, M. B.; MUNIZ JR., J. Strengths , limitations and challenges in the implementation of active learning in an undergraduate course of logistics technology. **International Journal of Engineering Education**, Dublin, v. 33, n. 3, p. 1060–1069, 2017.

NOVAK, M.; ORESKI, D. Fuzzy knowledge-based system for calculating course difficulty based on student perception. **Computer Applications in Engineering Education**, Hoboken, v. 24, n. 2, p. 225–233, 2016.

OZDEMIR, A. et al. Performance evaluation of learning styles based on fuzzy logic inference system. **Computer Applications in Engineering Education**, Hoboken, v. 24, n. 6, p. 853–865, 2016.

OZDEMIR, O.; TEKIN, A. Evaluation of the presentation skills of the pre-service teachers via fuzzy logic. **Computers in Human Behavior**, Oxford, v. 61, p. 288–299, 2016.

PÉREZ-MARTÍNEZ, J. H. et al. Active learning and generic competences in an operating systems course. **International Journal of Engineering Education**, Dublin, v. 26, n. 6, p. 1484–1492, 2010.

PINHEIRO, M. M.; SIMÕES, D. Constructing knowledge: an experience of active and collaborative learning in ICT classrooms. **Procedia** — Social and Behavioral Sciences, Amsterdam, v. 64, p. 392–401, 2012.

PINTO, M.; DOUCET, A.-V.; FERNÁNDEZ-RAMOS, A. Measuring students' information skills through concept mapping. **Journal of Information Science**, London, v. 36, n. 4, p. 464–480, 2010.

RIBEIRO, L. R. D. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores.** 209 p. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Federal de São Carlos, 2005.

ROBERTS, B. W. Back to the future: personality and assessment and personality development. **Journal of research in personality**, Maryland Heights, v. 43, n. 2, p. 137–145, 2009.

ROBLES, M. M. Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. **Business Communication Quarterly**, Thousand Oaks, v. 75, n. 4, p. 453–465, 2012.

RODRÍGUEZ, J. et al. Project based learning experiences in the space engineering education at technical university of Madrid. **Advances in Space Research**, Oxford, v. 56, n. 7, p. 1319–1330, 2015.

SAIDO, G. A. M. et al. Development of an instructional model for higher order thinking in science among secondary school students : a Fuzzy delphi approach. **International Journal of Science Education**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 847–866, 2018.

SÁNCHEZ, L. E. et al. Development of an expert system for the evaluation of students' curricula on the basis of competencies. **Future Internet**, Basel, v. 8, n. 2, p. 22, 2016.

SEERY, M. K. Flipped learning in higher education chemistry: emerging trends and potential directions. **Chemistry Education** — Research and Practice, Cambridge, v. 16, p. 758–768, 2015.

SHUMAN, L. J.; BESTERFIELD-SACRE, M.; MCGOURTY, J. The ABET “professional skills” - can they be taught? can they be assessed? **Journal of Engineering Education**, Hoboken, v. 94, n. 1, p. 41–55, 2005.

SRISAKDA, B.; SUJIVA, S.; PASIPHOL, S. Development of indicators of learner's key competencies based on the basic education core curriculum. **Procedia** — Social and Behavioral Sciences, Amsterdam, v. 217, p. 239–248, 2016.

SUSNEA, I.; VASILIU, G. A Fuzzy logic software tool and a new scale for the assessment of creativity. **International Journal of Computers Communications & Control**, Oradea, v. 11, n. 3, p. 441–449, 2016.

TAWFIK, A. A.; KOLODNER, J. L. Systematizing scaffolding for problem-based learning : a view from case-based reasoning. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, West Lafayette, v. 10, n. 1, p. 5–6, 2016.

TSOUKALAS, L. H.; UHRIG, R. **Fuzzy and neural approaches in engineering.** New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

- VALLIM, M. B. R.; FARINES, J.-M.; CURY, J. E. R. Practicing engineering in a freshman introductory course. **IEEE Transactions on Education**, Piscataway, v. 49, n. 1, p. 74–79, 2006.
- VAN ECK, N.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, Budapest, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2009.
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **VOSviewer manual**. Leiden: Univeriteit Leiden, 2013.
- VELTRI, S.; MASTROLEO, G.; SCHAFFHAUSER-LINZATTI, M. Measuring intellectual capital in the university sector using a fuzzy logic expert system. **Knowledge Management Research & Practice**, Oxfordshire, v. 12, n. 2, p. 175–192, 2014.
- VERBIC, G.; KEERTHISINGHE, C.; CHAPMAN, A. C. A project-based cooperative approach to teaching sustainable energy systems. **IEEE Transactions on Education**, Piscataway, v. 60, n. 3, p. 221–228, 2017.
- VILA, L. E.; PEREZ, P. J.; MORILLAS, F. G. Higher education and the development of competencies for innovation in the workplace. **Management Decision**, Bingley, v. 50, n. 9, p. 1634–1648, 2012.
- VOGLER, J. S. et al. The hard work of soft skills: augmenting the project-based learning experience with interdisciplinary teamwork. **Instructional Science**, Dordrecht, v. 46, n. 3, p. 457–488, 2018.
- WARIN, B.; KOLSKI, C.; SAGAR, M. Framework for the evolution of acquiring knowledge modules to integrate the acquisition of high-level cognitive skills and professional competencies: principles and case studies. **Computers & Education**, Oxford, v. 57, n. 2, p. 1595–1614, 2011.
- YEHIA, S.; GUNN, C. Enriching the learning experience for civil engineering students through learner-centered teaching. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, Reston, v. 144, n. 4, p. 05018013, 2018.
- YILDIZ, O.; BAL, A.; GULSECEN, S. Statistical and clustering based rules extraction approaches for fuzzy model to estimate academic performance in distance education. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, Ankara, v. 11, n. 2, p. 391–404, 2015.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman editora, 2015.
- ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, Maryland Heights, v. 8, p. 338–353, 1965.
- ZAHARIM, A. et al. Evaluating the soft skills performed by applicants of Malaysian engineers. **Procedia — Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 60, p. 522–528, 2012.
- ZAPPELLINI, M. B.; FEUERSCHÜTTE, S. G. O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em administração. **Administração: Ensino e Pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 241, 2015.



## APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO SEMI-ESTRUTURADO

### Formulário 1: para observação dos psicólogos

Nesse formulário o primeiro nome e a primeira letra do sobrenome dos integrantes do grupo, deverão ser colocados nas lacunas abaixo ao título “Aluno”, exemplo “André S.”. Notas de 0 a 5 deverão ser colocadas em cada uma das linhas da tabela abaixo, onde 0 indica que não apresentou a habilidade, 1 indica habilidade MUITO BAIXA na característica indicada, 2 indica habilidade BAIXA, 3 indica habilidade MODERADA, 4 indica habilidade ALTA e 5 indica habilidade MUITO ALTA.

Características	Aluno				
Apresentou Planejamento para realização das atividades.					
Apresentou Organização para realização das Atividades					
É proativo (toma as ações antes de ser solicitado)					
Sabe lidar com os conflitos					
Sabe agregar a pessoa					
Gosta de ensinar os colegas					
Fez a leitura e/ou assistiu os vídeos do material extraclasse.					
Agiu com segurança e firmeza no seu posicionamento					
Tem empatia e compreende as dificuldades dos colegas					
Teve uma ideia criativa					
Prestou atenção nas ideias dos colegas					
Começou a atividade sem intervenção do professor					
Contribuiu com a equipe					
Atuou de forma colaborativa					
Se preocupa com o grupo como um todo					
Usa as ferramentas da internet e TI com facilidade					
Se comunica com facilidade e clareza					
É sociável					
Esteve focado e concentrado nas atividades					
Foi flexível e tolerante com os colegas					
Apresentou capacidade Analítica e Crítica					
É influente entre os colegas					
Foi perseverante e insistente					
Demonstrou interesse					

Fonte: Produção do próprio autor.

## APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO NÃO-ESTRUTURADO

### Formulário 2: para observação dos psicólogos

Use como referência as palavras do quadro abaixo para descrever características subjetivas dos alunos do grupo (use sinal de + quando ele possui a característica ou sinal de – quando ele possui o contrário dessa característica). Caso queira destacar informações que extrapolam as palavras do quadro, fique à vontade.

Planejamento / Programação / Organização ; Leitura / Interpretação / Compreensão ; Firmeza / Segurança / Decisão ; Empatia / Entendimento / Compreensão ; Criatividade / Engenhosidade / Imaginação ; Aceitar opiniões / Aceitar ponto de vista / Acolher ideias ; Iniciativa / Pro atividade / Atitude ; Inovação / Novidade / Originalidade ; Ética / Moral / Princípios ; Social / Coletivo / Global ; Uso de TI / Pesquisa online / Uso de Aplicativos ; Clareza de ideias / Compreensível / Perceptibilidade ; Cortês / Sociável / Comunicativo ; Focado / Interessado / Concentrado ; Flexibilidade / Maleabilidade / Tolerância ; Capacidade Analítica / Crítico / Minucioso ; Influyente / Prestigiado / Respeitado ; Perseverante / Obstinado / Determinado ; Negociação; Agrega Pessoas ; Desenvolvimento de Pessoas; Sabe Lidar com Conflitos

Aluno: <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>	Aluno: <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>	Aluno: <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>
Aluno: <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>	Aluno: <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>	Observações Gerais

Fonte: Produção do próprio autor.

## APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PARES

### Formulário 3: para observação dos alunos do grupo

Como você foi na atividade de hoje? E os membros da sua equipe nas atividades de hoje? Use ao menos três palavras do lado esquerdo do quadro abaixo para expressar as suas habilidades de destaque positivo e ao menos três palavras do lado direito para expressar as suas habilidades à melhorar. Faça o mesmo para expressar as habilidades de seus colegas de equipe.

Planejamento / Programação / Organização	Falta de planejamento / Falta de programação / Desorganizado
Leitura / Interpretação / Compreensão	Não realizou as leituras / Desentendimento / Incompreensão
Firmeza / Segurança / Decisão	Fraqueza / Insegurança / Dúvida
Empatia / Entendimento / Compreensão	Indiferença / Repulsa / Desprezo
Criatividade / Engenhosidade / Imaginação	Pouco Criativo / Infrutífero / Desimaginoso
Aceitar opiniões / Acolher as ideias	Recusa de opiniões / Opor-se / Do contra
Iniciativa / Pro atividade / Atitude	Estagnação / Marasmo / Preguiça
Inovação / Novidade / Originalidade	Normalidade / Trivialidade / Rotineiro
Ética / Moral / Princípios	Antiético / Imoral / Antiregras
Social / Coletivo / Global	Individual / Pessoal / Reservado
Uso de TI / Pesquisa online / Uso de aplicativos	Dificuldade com TI / Não usa TI para estudo / Não usa Apps
Clareza de ideias / Compreensível / Perceptível	Incompreensível / Ambíguo / Imprecisão
Cortês / Sociável / Comunicativo	Solitário / Insociável / Falta de Comunicação
Focado / Interessado / Concentrado	Disperso / Desinteressado / Desatento
Flexibilidade / Maleabilidade / Tolerância	Inflexível / Duro / Intolerante
Capacidade Analítica / Pens. Crítico / Minucioso	Sintético / Superficial / Sucinto
Influente / Prestigiado / Respeitado	Irrelevante / Trivial / Banal
Perseverante / Obstinado / Determinado	Desistente / Inseguro / Intermitente
Agrega as pessoas	Desagrega as pessoas
Gosta de ensinar	Não gosta de ensinar
Sabe lidar com os conflitos	Não sabe lidar com os conflitos

	<b>Destaque positivo</b>	<b>Habilidade à melhorar</b>	<b>Observação Geral</b>
Auto avaliação: _____			
Colega 1: _____			
Colega 2: _____			
Colega 3: _____			
Colega 4: _____			

Fonte: Produção do próprio autor.

## APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PARES REFORMULADO

### Formulário 3: para observação dos alunos do grupo

Como você foi na atividade de hoje? E os membros da sua equipe nas atividades de hoje? Use ao menos três palavras do lado esquerdo do quadro abaixo para expressar as suas habilidades de destaque positivo e ao menos três palavras do lado direito para expressar as suas habilidades à melhorar. Faça o mesmo para expressar as habilidades de seus colegas de equipe.

Planejamento	Não tem planejamento
Organização	É desorganizado
Gestão do tempo	Não sabe gerir o tempo
Motivação	Falta de motivação
Iniciativa	Falta de iniciativa
Concentração/Focado	Disperso
Ética	Antiético
Sabe lidar com os conflitos	Não sabe lidar com os conflitos
Responsabilidade	Falta de responsabilidade
Clareza de ideias	Falta de clareza de ideias
Facilidade com leitura	Dificuldade com leitura
Facilidade com redação	Dificuldade com redação
Segurança	Insegurança
Perseverança	Desistente
Capacidade analítica	Falta de capacidade analítica / superficial
Facilidade com TI	Dificuldade com TI
Criatividade	Sem criatividade
Inovação	Sem inovação
Aceita opiniões	Não aceita opiniões
Flexibilidade	Inflexível
Controle emocional	Falta de controle emocional
Colaboração	Não tem colaboração
Sociável	Antissocial
Negociação	Dificuldade de negociação
Compreende os outros	Não compreende os outros
Agrega as pessoas	Não agrega as pessoas
Pensamento crítico	Acrítico
Gosta de ensinar	Não gosta de ensinar

	<b>Destaque positivo</b>	<b>Habilidade à melhorar</b>	<b>Observação Geral</b>
Auto avaliação: _____			
Colega 1: _____			
Colega 2: _____			
Colega 3: _____			
Colega 4: _____			

Fonte: Produção do próprio autor.