



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL de LONDRINA

---

MIGUEL HENRIQUE SENEGALHA DE SOUZA

**GAIA LINGUAGENS:**  
UM FRAMEWORK PARA MINIMIZAR OS RISCOS NO  
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

MIGUEL HENRIQUE SENEGALHA DE SOUZA

**GAIA LINGUAGENS:**  
UM FRAMEWORK PARA MINIMIZAR OS RISCOS NO  
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Londrina para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros

Londrina  
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M363 Souza, Miguel Henrique Senegalha de.  
GAIA LINGUAGENS: UM FRAMEWORK PARA MINIMIZAR OS RISCOS NO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE / Miguel Henrique Senegalha de Souza. - Londrina, 2021.  
76 f. : il.

Orientador: Rodolfo Miranda de Barros.  
Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2021.  
Inclui bibliografia.

1. Linguagens de programação - Tese. 2. Tomada de decisão - Tese. 3. Gestão de riscos - Tese. 4. Avaliação multicriterial - Tese. I. Barros, Rodolfo Miranda de. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

CDU 519

MIGUEL HENRIQUE SENEGALHA DE SOUZA

**GAIA LINGUAGENS:**  
UM FRAMEWORK PARA MINIMIZAR OS RISCOS NO  
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Londrina para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Lourival Aparecido de Góis  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
– UTFPR

---

Prof. Dr. Jacques Duílio Brancher  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Profa. Dra. Vanessa Tavares de Oliveira Barros  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 15 de dezembro de 2021.

*Este trabalho é dedicado aos meus pais,  
Lenita Senegalha e Henry Batista de Souza.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir acordar todos os dias e batalhar pelo futuro da minha família e pelo meu.

Aos meus pais, Lenita e Henry, pela compreensão e ajuda em todos os momentos que precisei.

Ao meu orientador, Professor Dr. Rodolfo Miranda de Barros por toda ajuda , , pela paciência neste processo e também pela dedicação em compartilhar sua experiência comigo desde os 15 anos de idade.

A minha querida professora Dr. Vanessa Tavares de Oliveira Barros, que sempre acreditou no meu potencial e também me apoiou.

Aos meus amigos Luiz Ricardo, Rheider Abe, Matheus Falda e Eder Diego, por me motivarem a nunca desistir e sempre me apoiarem quando mais me faltou forças.

A todos meus amigos que direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho permitindo o enriquecimento do meu conhecimento.

Por fim, agradeço a Camila Garcia que está comigo desde o início da minha paixão pela tecnologia dando apoio em todas as minhas invenções malucas, além de estar sempre disposta a curtir esta jornada comigo.

*“A escalada é longa, mas a vista vale a  
pena!”  
(Taric)*

SOUZA, M. H. S.. **GAIA Linguagens: Um *framework* para minimizar os riscos no desenvolvimento de software**. 2021. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, 2021.

## RESUMO

Com a grande demanda pelo desenvolvimento de software no mundo, o mercado possui inúmeras linguagens de programação e tecnologias derivadas, porém há poucos estudos que apontem qual é a melhor linguagem a ser utilizada no desenvolvimento de um software específico, muitas das vezes os gerentes de projetos, arquitetos e engenheiros se perguntam qual seria a melhor tecnologia a ser utilizada durante o desenvolvimento de uma aplicação. Mas é importante ressaltar que um software pode ser desenvolvido utilizando várias linguagens de programação, o que muda é o tempo de desenvolvimento; suas funcionalidades e integrações; seus custos; e a qualidade da entrega. Isso ocorre devido ao fato de que algumas tecnologias possuem limitações técnicas e custos elevados de sustentação. Este trabalho, visa minimizar parcialmente esta lacuna, buscando desenvolver um processo para que seja possível diferenciar qual será a melhor tecnologia no desenvolvimento de um determinado projeto, tendo como principal objetivo fornecer dados que possam ser analisados quantitativamente por gerentes de projetos a partir de análises realizadas pelo time de desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Tomada de decisão, Gestão de riscos, Processo analítico hierárquico e Linguagens de programação.

SOUZA, M. H. S.. **GAIA Linguagens: A framework to minimize the risks in software development**. 2021. 75p. Master's Thesis (Master in Science in Computer Science) – State University of Londrina, Londrina, 2021.

## ABSTRACT

With the great demand for software development in the world, the market has characteristics of programming languages and derived technologies, but there are few studies that indicate what is the best language to be used in the development of specific software. Project managers, architects and engineers often ask themselves what the best technology to use when developing an application would be. But it is important to emphasize that a software can be developed using several programming languages, what changes is the development time; its features and integrations; its cost; and the quality of delivery. This is due to the fact that technologies have technical limitations and high support costs. This work aims to minimize this gap, seeking to develop a process so that it is possible to differentiate which will be the best technology in the development of a given project, with the main objective of providing data that can be quantitatively understood by project managers based on analyzes carried out over time of development.

**Keywords:** Decision making, Risk management, Analytic Hierarchy Process and Programming languages.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação das fases do ciclo PDCA aplicado neste trabalho. (Fonte: Autor) . . . . .	30
Figura 2 – Fluxo do <i>framework</i> Gaia Linguagens. (Fonte: Autor) . . . . .	32
Figura 3 – Diagrama de classe da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor) . . . . .	35
Figura 4 – Diagrama de caso de uso da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor) . . . . .	37
Figura 5 – Ambiente inicial da ferramenta. (Fonte: Autor) . . . . .	39
Figura 6 – Gerenciamento de assuntos. (Fonte: Autor) . . . . .	40
Figura 7 – Cadastrar um novo gráfico. (Fonte: Autor) . . . . .	40
Figura 8 – Exemplo de gráfico com a precisão máxima de 5 pontos. (Fonte: Autor) . . . . .	41
Figura 9 – Listagem de gráficos cadastrados na plataforma. (Fonte: Autor) . . . . .	41
Figura 10 – Gerenciador de pilares na ferramenta. (Fonte: Autor) . . . . .	42
Figura 11 – Consultar e gerenciar perguntas do gráfico. (Fonte: Autor) . . . . .	43
Figura 12 – Gerenciar avaliações. (Fonte: Autor) . . . . .	44
Figura 13 – Compartilhar questionário com especialistas. (Fonte: Autor) . . . . .	44
Figura 14 – Questionário avaliativo. (Fonte: Autor) . . . . .	45
Figura 15 – Ambiente para enviar as informações avaliadas. (Fonte: Autor) . . . . .	45
Figura 16 – Avaliação média entre especialistas. (Fonte: Autor) . . . . .	46
Figura 17 – Resultado individual por especialista. (Fonte: Autor) . . . . .	47
Figura 18 – Resultado da pesquisa realizada com os <i>stakeholders</i> . (Fonte: Autor) . . . . .	49
Figura 19 – Resultados do questionário aplicado com os especialistas 1 e 2. (Fonte: Autor) . . . . .	52
Figura 20 – Resultados do questionário aplicado com os especialistas 3 e 4. (Fonte: Autor) . . . . .	52
Figura 21 – Resultados do questionário aplicado com os especialistas 5 e 6. (Fonte: Autor) . . . . .	52
Figura 22 – Média das avaliações realizadas pelos especialistas. (Fonte: Autor) . . . . .	53
Figura 23 – Resultado do questionário aplicado com especialistas. (Fonte: Autor) . . . . .	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – A Escala Fundamental (Fonte: [1]). . . . .	19
Tabela 2 – Matriz de comparação em pares. (Fonte: [2]) . . . . .	19
Tabela 3 – Cálculo do vetor prioritário. (Fonte: [2]) . . . . .	20
Tabela 4 – Multiplicação da matriz de comparação pelo vetor prioritário. (Fonte: [2]) . . . . .	21
Tabela 5 – Divisão dos elementos do vetor resultante pelos elementos do vetor prioritário. (Fonte: [2]) . . . . .	21
Tabela 6 – Tabela de índices randômicos. (Fonte: [2]) . . . . .	22
Tabela 7 – Comparativo das abordagens de processos de gerenciamento de riscos. (Fontes: adaptado de [3];[4]; [5]; [6] e [7].) . . . . .	26
Tabela 8 – Requisitos funcionais da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor) . . . . .	34
Tabela 9 – Requisitos não funcionais da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor) . . . . .	35
Tabela 10 – Perfil dos participantes do questionário. (Fonte: Autor) . . . . .	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
BABOK	Business Analysis Body of Knowledge
IPMA-ICB	Competence Baseline for Project Management
PDCA	Plan-Do-Check-Act
RC	Razão de Consistência
IR	Índice Randômico
IC	Índice de Consistência
GP	Gerente de Projetos
HTTP	HyperText Transfer Protocol
JSON	JavaScript Object Notation
JWT	JSON Web Token

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>14</b>
1.0.1	Objetivos do Trabalho . . . . .	15
1.0.1.1	Objetivo Geral . . . . .	15
1.0.1.2	Objetivos Específicos . . . . .	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Processo Hierárquico Analítico</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Gestão de Projetos</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>2.3</b>	<b>Gestão de Riscos</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>Tomada de Decisão no Processo Decisório</b> . . . . .	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODOS E PROCEDIMENTOS</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Pesquisa-ação</b> . . . . .	<b>29</b>
3.1.0.1	Ciclo PDCA . . . . .	30
<b>4</b>	<b><i>FRAMEWORK</i> GAIA LINGUAGENS</b> . . . . .	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Estrutura do Modelo</b> . . . . .	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>Ferramenta Gaia Radar</b> . . . . .	<b>34</b>
4.2.1	Requisitos da ferramenta . . . . .	34
4.2.1.1	Requisitos Funcionais . . . . .	34
4.2.1.2	Requisitos não Funcionais . . . . .	34
4.2.2	Diagrama de Classe . . . . .	35
4.2.3	Diagrama de Caso de Uso . . . . .	37
4.2.4	Interfaces da ferramenta . . . . .	39
<b>5</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> . . . . .	<b>48</b>
5.0.1	Projeto aplicado no estudo de caso . . . . .	48
5.0.2	Aplicação no modelo . . . . .	50
5.0.3	Questionário com Especialistas . . . . .	53
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b> . . . . .	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>59</b>

<b>APÊNDICES</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO . . . . .</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS PILARES . . . . .</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DO MODELO PROPOSTO . . . . .</b>	<b>72</b>
<b>Trabalhos Publicados pelo Autor . . . . .</b>	<b>75</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O constante crescimento da indústria de tecnologia da informação e as frequentes inovações propiciam uma maior criticidade e complexidade na etapa de planejamento durante o processo de desenvolvimento de software. Com isso diversos estudos são realizados, metodologias e frameworks são construídos visando apoiar à tomada de decisão, como [8] [9] [10] [11].

Nos últimos 10 anos, surgiram muitas linguagens de programação e frameworks que impulsionaram o mercado de desenvolvimento de software, como: React, Next, Flutter, Elixir, GraphQL e GoLang. Em contrapartida, a grande variedade destas tecnologias traz consigo problemas que afetam diversas áreas de conhecimento no gerenciamento de projetos, tais como: escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos e gerenciamento de riscos.

Diferentes estudos têm demonstrado que a alta competitividade do mercado e a constante evolução no cenário tecnológico trás a necessidade do uso de tecnologias da informação para auxiliar nas tomadas de decisão relacionadas ao gerenciamento de novos projetos de uma maneira mais assertiva. [12] [13] [14] [9]

É importante ressaltar que as decisões são os pilares de uma boa liderança e do gerenciamento de um projeto. Segundo [15], a tomada de decisão envolve processos que apresentam alternativas e escolhas, que conseqüentemente impactam diretamente no crescimento da organização e no desenvolvimento de projetos.

Para [16], uma decisão precisa ser tomada sempre que estiver diante de um problema que possui mais de uma alternativa para a sua solução. A teoria da decisão é definida como um conjunto de procedimentos e métodos de análises que procuram assegurar a coerência, a eficácia e a eficiência das decisões tomadas em função das informações disponíveis, antevendo possíveis cenários.

De acordo com [17], a análise de decisão multicritério padroniza o processo decisório com o objetivo de encontrar a melhor alternativa. Esse processo, de tomada de decisão, é geralmente dividido em estágios, desde identificar o problema até encontrar a melhor alternativa. Os passos que constituem uma decisão estratégica de forma científica, são ações que quando utilizadas por líderes das organizações, podem afetar a saúde e o rumo organizacional de modo positivo.

A ideia principal do método de decisão multicriterial AHP é a clarificação de critérios de um sistema comparado por pares. Por meio da avaliação da relevância relativa de cada um deles determina-se uma classificação em níveis de importância. O método é utilizado em diversas áreas e torna possível que dados quantitativos e qualitativos sejam

abrangidos em uma mesma análise. Também possibilita a avaliação da capacidade do homem para realizar julgamentos, sem que ocorram divergências por meio da utilização de uma modelagem matemática [18].

Diante do exposto, este trabalho apresenta a criação do processo Gaia Linguagens que visa auxiliar a tomada de decisão no desenvolvimento de projetos de software, bem como, uma plataforma que de forma simples, propõe ser uma ferramenta facilitadora na escolha de linguagens de programação para iniciar o desenvolvimento de um novo software, mitigando riscos e custos desnecessários. Este trabalho levou em consideração grande parte do Processo Analítico Hierárquico (AHP) que traz em sua concepção a tomada de decisão baseada em multicritérios e fornece um quadro abrangente e racional para estruturar um problema de tomada de decisão. Utilizando a plataforma, os gerentes de projeto conseguem coletar informações precisas do seu time de desenvolvimento relacionado as características de uma linguagem de programação específica, aplicada nas necessidades do projeto em questão. Por meio deste mecanismo, é possível que os gestores colem informações de todos os envolvidos no projeto, ou seja, a tomada de decisão leva em consideração opiniões de diversos especialistas, tornando a decisão um processo mais simples e assertivo.

### **1.0.1 Objetivos do Trabalho**

Este trabalho apresenta a criação do processo Gaia Linguagens que visa auxiliar a tomada de decisão no desenvolvimento de projetos de software, bem como, uma plataforma baseada neste processo, que de forma simples, propõe ser uma ferramenta facilitadora na escolha de linguagens de programação para iniciar o desenvolvimento de um software, mitigando riscos e custos desnecessários.

#### **1.0.1.1 Objetivo Geral**

Ao utilizar a plataforma, os gerentes de projeto conseguem coletar informações precisas das características de uma linguagem específica que foram aplicadas pelo seu time de desenvolvimento nas necessidades do projeto em questão. Por meio deste mecanismo, é possível que os gestores colem informações de todos os envolvidos no projeto, ou seja, a tomada de decisão leva em consideração opiniões de diversos especialistas, tornando a decisão parte de um processo mais simples e assertivo.

#### **1.0.1.2 Objetivos Específicos**

1. Auxiliar nas tomadas de decisões, por meio da definição de parâmetros no processo;
2. Mitigar riscos relacionados ao retrabalho, por meio da escolha correta da linguagem de programação, utilizando o compartilhamento de conhecimento;

3. Minimizar os custos do projeto, por meio da comparação das características de cada linguagem;
4. Gerar lições aprendidas para auxiliar nas tomadas de decisões futuras.

A respeito da organização do presente trabalho: No Capítulo 2, são apresentados conceitos e definições utilizados e o levantamento de trabalhos correlatos. O Capítulo 3 aborda os métodos e procedimentos desenvolvidos. O *framework* encontra-se descrito no Capítulo 4. O Capítulo 5 apresenta o estudo de caso realizado em uma empresa de desenvolvimento de software. Por fim, no Capítulo 6, são apresentadas as considerações finais e trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo busca situar as áreas onde o trabalho está inserido e explicar alguns conceitos que embasam a sua elaboração. Ele traz uma visão geral sobre Processo Hierárquico Analítico, Gestão de Projetos, Gestão de Risco, além dos conceitos que envolvem o processo de Tomada de Decisão no Processo Decisório.

### 2.1 Processo Hierárquico Analítico

[1] conceitua o Analytic Hierarchy Process (AHP) como sendo um modelo de tomada de decisão que nos auxilia a tomar decisões em nosso mundo complexo. Ele define o AHP como sendo um processo de três partes que inclui a identificação e organização de objetivos, critérios, restrições e alternativas de decisão em uma hierarquia; avaliar comparações aos pares entre os elementos relevantes em cada nível da hierarquia; e a síntese usando o algoritmo de solução dos resultados das comparações aos pares em todos os níveis.

[1] resume os principais usos do AHP: "Permite ao tomador de decisão:

1. Projetar um formulário que represente um problema complexo;
2. Medir prioridades e escolher entre alternativas;
3. Medir consistência;
4. Prever;
5. Formular uma análise de custo/benefício;
6. Projetar o planejamento para frente/para trás;
7. Analisar a resolução de conflitos;
8. Desenvolver alocação de recursos a partir da análise de custo/benefício."

O AHP distribui um problema de tomada de decisão ou de planejamento em componentes ou níveis e os organiza em uma ordem hierárquica ascendente. Para cada nível da hierarquia, os componentes são comparados entre si usando um esquema de comparação entre pares. Os componentes de um determinado nível estão relacionados a um nível superior adjacente e, assim, geram uma integração entre os níveis da hierarquia. O resultado deste processo sistemático é um conjunto de prioridades ou importância relativa, ou método de escalonamento entre as várias ações ou alternativas. Os pesos de prioridade

relativa podem fornecer diretrizes para a alocação de recursos entre as entidades no nível inferior. [19]

Para executar o AHP é imprescindível fazer comparações par a par. Para realizá-las, devemos estabelecer prioridades para os principais critérios, julgando-os em pares por sua importância relativa, gerando assim uma matriz de comparação em pares. Os julgamentos utilizados para fazer as comparações são representados por números retirados da escala fundamental representados na tabela 1. O número de julgamentos necessários para uma matriz específica de ordem  $n$ , o número de elementos comparados, é  $n \frac{n-1}{2}$  porque é recíproco e os elementos diagonais são iguais à unidade. [1]

<b>Intensidade de importância em escala absoluta</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Importância igual.	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada de um sobre o outro.	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em detrimento de outra.
5	Essencial ou forte importância.	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em detrimento de outra.
7	Importância muito forte.	Uma atividade é fortemente favorecida e seu domínio demonstrado na prática.
9	Extrema importância.	A evidência que favorece uma atividade em detrimento de outra é da mais alta ordem possível de afirmação
2,4,6,8	Valores intermediários entre os dois julgamentos adjacentes.	Quando é necessário compromisso.
Recíprocos	Se a atividade $i$ tiver um dos números acima atribuídos quando comparado com a atividade $j$ , então $j$ terá o valor recíproco quando comparado com $i$ .	

Racionais	Razões decorrentes da escala	Se a consistência for forçada, obtendo n valores numéricos para abranger a matriz.
-----------	------------------------------	--

Tabela 1 – A Escala Fundamental (Fonte: [1]).

O processo do AHP se dá através da avaliação do tomador de decisão onde ele irá avaliar cada conjunto de elementos de forma paritária em relação ao elemento pai no estrato superior adjacente. Essa metodologia de medição fornece a estrutura para coleta e análise de dados e constitui o coração do AHP. Os julgamentos são feitos através da escala fundamental vista na tabela 1. Após as devidas ponderações, em cada nível, é obtido um conjunto de prioridades que corresponde numericamente à importância relativa dos elementos desse nível em relação a um elemento em um nível superior. [...] Essas prioridades agora são usadas como fatores de ponderação para os autovetores gerados no próximo nível inferior na hierarquia até que todos os níveis sejam concluídos. Aplicar esse procedimento em cada nível e ponderar o próximo nível e assim por diante no nível mais baixo resultará em um vetor prioritário composto para as alternativas no nível inferior da hierarquia. [19]

Em [2] é apresentado um exemplo de aplicação do AHP na priorização de requisitos, neste exemplo foram utilizados quatro requisitos de exemplos que foram avaliados a partir do critério de valor.

A matriz de comparação em pares neste exemplo irá receber em suas linhas e colunas os requisitos e então será formada uma matriz 4x4. O próximo passo é fazer as comparações aos pares de todos os requisitos de acordo com o critério. A escala fundamental usada está definida na tabela 1. Para cada par de requisitos (começando com Req 1 e Req 2, por exemplo), foi inserida a sua intensidade relativa de valor na posição (Req 1, Req 2) em que a linha de Req 1 atende a coluna da Req 2. Na posição (Req 2, Req 1), foi inserido o valor recíproco e, em todas as posições na diagonal principal, inserimos um "1". Então continuamos até o total preenchimento da matriz, assim como é mostrado na tabela 2. [2]

<b>Critérios</b>	<b>Req 1</b>	<b>Req 2</b>	<b>Req 3</b>	<b>Req 4</b>
<b>Req 1</b>	<b>1</b>	1/3	2	4
<b>Req 2</b>	3	<b>1</b>	5	3
<b>Req 3</b>	1/2	1/5	<b>1</b>	1/3
<b>Req 4</b>	1/4	1/3	3	<b>1</b>

Tabela 2 – Matriz de comparação em pares. (Fonte: [2])

Em seguida, é feita a média sobre colunas normalizadas para estimar os autovalores da matriz (que representam a distribuição do critério). Thomas Saaty propõe um método simples para isso, conhecido como média sobre colunas normalizadas. Primeiro, calcula-se a soma das  $n$  colunas na matriz de comparação. Em seguida, divide-se cada elemento na matriz pela soma da coluna da qual o elemento é membro e calcula-se as somas de cada linha. Em seguida, normaliza-se a soma das linhas (dividindo cada soma de linhas com o número de requisitos). O resultado desse cálculo é referido como vetor prioritário e é uma estimativa dos valores próprios da matriz [2].

<b>Soma das Colunas</b>	4,75	1,87	11,00	8,33	
<b>Critérios</b>	<b>Req 1</b>	<b>Req 2</b>	<b>Req 3</b>	<b>Req 4</b>	<b>Vetor Prioritário</b>
<b>Req 1</b>	0,21	0,18	0,18	0,48	26%
<b>Req 2</b>	0,63	0,54	0,45	0,36	50%
<b>Req 3</b>	0,11	0,11	0,09	0,04	9%
<b>Req 4</b>	0,05	0,18	0,27	0,12	16%

Tabela 3 – Cálculo do vetor prioritário. (Fonte: [2])

Tal como visto na tabela 3 temos como resultado o Req 2 contendo 50% do valor total dos requisitos, seguido do Req 1 com 26% e os Req 4 e 3 com 16% e 9% respectivamente. Assim o requisito mais importante segundo as ponderações feitas é o Req 2.

Para verificar a coerência das ponderações e evitar inconsistências, como por exemplo, se determinarmos que o Req 1 é muito mais valioso que o Req 2, o Req 2 é um pouco mais valioso que o Req 3 e o Req 3 é um pouco mais valioso que o Req 1, ocorreu uma inconsistência e a precisão do resultado é reduzida. Para medir erros de julgamento calculamos o índice de consistência da matriz de comparação e depois calculamos a taxa de consistência [2].

*Índice de consistência:* O índice de consistência (IC) é um primeiro indicador da precisão do resultado das comparações aos pares. Ele é definido como:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Onde o  $\lambda_{max}$  denota o valor próprio principal máximo da matriz de comparação. Quanto mais próximo o valor de  $\lambda_{max}$  de  $n$  (o número de requisitos), menores serão os erros de julgamento e, portanto, mais consistente será o resultado. Para calcular o  $\lambda_{max}$  primeiro devemos multiplicar a matriz de comparação pelo vetor prioritário, assim como mostra a tabela 4 [2].

Critérios	Req 1	Req 2	Req 3	Req 4		Vetor Prioritário		Resultado
Req 1	1	1/3	2	4	X	0,26	=	1,22
Req 2	3	1	5	3		0,50		2,18
Req 3	1/2	1/5	1	1/3		0,09		0,37
Req 4	1/4	1/3	3	1		0,16		0,64

Tabela 4 – Multiplicação da matriz de comparação pelo vetor prioritário. (Fonte: [2])

Em seguida [2] define que devemos dividir o primeiro elemento do vetor resultante pelo primeiro elemento no vetor prioritário, o segundo elemento do vetor resultante pelo segundo elemento no vetor prioritário e assim por diante, assim como é mostrado na tabela 5:

1,22 / 0,26	=	4,66
2,18 / 0,50		4,40
0,37 / 0,09		4,29
0,64 / 0,16		4,13

Tabela 5 – Divisão dos elementos do vetor resultante pelos elementos do vetor prioritário. (Fonte: [2])

Então para calcular o  $\lambda_{max}$ :

$$\lambda_{max} = \frac{4,66 + 4,40 + 4,29 + 4,13}{4} = 4,37$$

Agora podemos calcular o índice de consistência:

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} = \frac{4,37 - 4}{4 - 1} = 0,12$$

Para descobrir se o índice de consistência resultante ( $IC = 0,12$ ) é aceitável, você deve calcular a taxa de consistência. A taxa de consistência é dada por  $\frac{IC}{IR}$  para a matriz de mesma ordem, essa razão é denominada razão de consistência (RC), que define a precisão da comparação por pares. O IR são índices randômicos para matrizes de ordem n, eles estão indicados na tabela 6, onde a primeira linha mostra a ordem da matriz e a segunda o valor do IR correspondente [2]. Vale ressaltar uma limitação da técnica referente ao tamanho das matrizes que só podem ser até a ordem 15x15.

1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Tabela 6 – Tabela de índices randômicos. (Fonte: [2])

Assim, a taxa de consistência para o exemplo acima é:

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

$$RC = \frac{0,12}{0,90} = 0,14$$

A taxa de consistência deve ser de 0,10 ou menos para ser considerada aceitável. Isso significa que nosso resultado aqui não é o ideal. Nesse caso seria necessário refazer a comparação aos pares da matriz de comparação. Na prática, no entanto, taxas de consistência superiores a 0,10 ocorrem com frequência.

A abordagem que será proposta para a priorização de requisitos será baseada na técnica desenvolvida por [1]. Nela os tomadores de decisão poderão escolher por quais critérios eles irão priorizar os requisitos de acordo com a proposta de cada projeto.

Para aplicar esta nova abordagem são necessárias 6 etapas:

1. Deve ser feita a ponderação dos critérios escolhidos a partir da lista de critérios, gerando a matriz de comparação em pares dos critérios. Esta ponderação deve ser feita seguindo a escala fundamental (Tabela 1);

2. Calcule a média sobre colunas normalizadas para estimar os autovalores da matriz. Esse cálculo resultará no vetor prioritário dos critérios. Porém o método simplificado desenvolvido por Saaty só funciona com matrizes de tamanho até 4x4. Para matrizes maiores é necessário multiplicar a matriz de comparação por pares por ela mesma duas vezes e fazer o cálculo do vetor prioritário, somando as linhas da matriz de comparação e dividindo pela soma de todos os elementos da matriz de comparação;
3. Verificar a coerências das ponderações dos critérios, calculando o índice de consistência, o  $\lambda_{max}$  e a razão de consistência. Caso a taxa de consistência seja maior que 0,10 então devemos refazer as ponderações, pois houve inconsistência;
4. Para os  $n$  critérios escolhidos, devemos construir  $n$  matrizes de comparação por pares dos  $n$  critérios. Para cada matriz deve ser feita as comparações por pares de acordo com cada critério escolhido;
5. Para as  $n$  matrizes de comparação por pares dos critérios devemos calcular os vetores prioritários das matrizes de comparação. Também deve ser feita as verificações de coerência para as  $n$  matrizes de comparações por pares;
6. Montamos uma matriz com os vetores prioritários de cada matriz de comparação por pares dos critérios e os respectivos requisitos. Depois multiplicamos a matriz dos vetores prioritários pelo vetor prioritário dos critérios. O resultado da multiplicação é a lista de critérios priorizados;

## 2.2 Gestão de Projetos

Um projeto é um conjunto de ações que consome recursos das organizações, tem início, meio e fim determinados e que gera um produto resultado ou serviço único e exclusivo, a fim de cumprir um objetivo ou em razão de um negócio [7].

Esta ciência não é restrita a projetos grandes ou pequenos, e não apenas a um tipo de negócio, que pode ser aplicada a qualquer projeto, independente da sua dificuldade, recurso financeiro, ou produto [20].

O gerenciamento de projetos é aceito nas empresas, quanto considerado como competência necessária para seu funcionamento, várias técnicas são usadas para obter cobertura de todas as partes do projeto, desde a iniciação dele até o seu produto, sendo uma tarefa complexa e cheia de desafios que exigem criatividade de seus GPs [21].

Existem muitos frameworks disponíveis no mercado, como Business Analysis Body of Knowledge [BABOK] [22], IPMA Competence Baseline for Project Management [IPMA-ICB] [23] e Project Management Body of Knowledge [PMBOK] [7].

O PMBoK aglutina seus 47 processos em 10 áreas de conhecimento [7]:

- **Gerenciamento de Integração do Projeto:** Define os processos e as atividades que integram os diversos elementos do gerenciamento de projetos;
- **Gerenciamento do Escopo do Projeto:** Descreve os processos relativos à garantia de que o projeto inclua todo o trabalho necessário, e apenas o trabalho necessário, para que seja terminado com sucesso;
- **Gerenciamento de Cronograma:** Se concentra nos processos relativos ao término do projeto no prazo correto;
- **Gerenciamento de Custos do Projeto:** Descreve os processos envolvidos em planejamento, estimativa, determinação do orçamento e controle de custos, de modo que o projeto termine dentro do orçamento aprovado;
- **Gerenciamento da Qualidade do Projeto:** Corresponde aos processos envolvidos de forma que o projeto satisfará os requisitos de qualidade especificados;
- **Gerenciamento de Recursos Humanos do Projeto:** Descreve os processos envolvidos no planejamento, contratação ou mobilização, desenvolvimento e gerenciamento da equipe do projeto;
- **Gerenciamento das Comunicações do Projeto:** Identifica os processos relativos à geração, coleta, disseminação, armazenamento e destinação final das informações do projeto de forma oportuna e apropriada;
- **Gerenciamento de Riscos do Projeto:** Descreve os processos envolvidos em identificação, análise e controle dos riscos do projeto;
- **Gerenciamento de Aquisições do Projeto:** Descreve os processos envolvidos na compra ou aquisição de produtos, serviços ou resultados para o projeto;
- **Gerenciamento dos Interessados do Projeto:** Descreve as relações com os stakeholders

## 2.3 Gestão de Riscos

Considerando-se o ambiente de negócios contemporâneo, ressalta que as organizações são comumente confrontadas por fenômenos, tais como expectativas de clientes, desenvolvimento de novos produtos e busca por eficácia e eficiência. A resposta das organizações a esses fenômenos tem se voltado ao investimento em iniciativas inovadoras do negócio, conduzidas por meio de gerenciamento de projetos. O gerenciamento de projetos é uma ferramenta para que sejam atingidos os seus objetivos estabelecidos e, consequentemente, o sucesso de forma contínua.

Neste contexto, ferramentas para o gerenciamento de riscos é constituído por processos, ferramentas e técnicas para lidar com as ameaças, e muitas vezes estendidas às oportunidades dos projetos de forma a auxiliar o gerente de projetos nas decisões para tratar os riscos [24], o que envolve a escolha dentre alternativas para responder aos riscos. Assim sendo, é possível entender o gerenciamento de riscos como parte de um processo de decisão, o que inclui identificar e analisar os riscos e as ações necessárias para seu tratamento. Desse modo, adotar práticas de gerenciamento de riscos implica em aumentar as chances de sucesso do projeto [24], relação que foi verificada por [25], [26] e [27].

Por outro lado, na visão de [5], as melhores práticas de gerenciamento de riscos nem sempre atendem às necessidades de todos os projetos, havendo casos nos quais a sua aplicação não seja necessária. Porém, a credibilidade dos processos de gerenciamento de riscos em projetos depende do quão bem o time do projeto desempenhará as funções de identificar e quantificar eventos incertos, fator este que frequentemente está associado à falha deste processo [28].

A relação entre sucesso do projeto e adoção do gerenciamento de riscos foi verificada por [29], que consideram que tais práticas são aplicadas com mais frequência em projetos que envolvam internacionalização, complexidade, inovação e ainda em projetos de grande porte. [30] verificaram ainda haver relação entre o uso de práticas de gerenciamento de projetos no sentido de gerenciar os riscos.

Para [31] e [32], o gerenciamento de riscos em projetos é composto basicamente por quatro etapas: a) identificação; b) análise; c) avaliação e d) controle. Destaca-se a relevância da etapa de identificação, pois por um lado é a origem de todo o processo de gerenciamento de riscos e de cujos resultados dependem todas as etapas subsequentes. Não obstante, por outro lado tal relevância acaba por exigir um elevado grau de conhecimento e criatividade [5], demandando pela opinião de especialistas. A Tabela 7 expõe a comparação das diversas abordagens de gerenciamento de riscos consultadas para a composição do referencial teórico deste tema.

PMI (2017)	Conrow (2003)	Chapman e Ward (2004)	Cooper, et al. (2005)	Loch, et al. (2007)
Planejamento de riscos	Planejar riscos	Definir projeto	Estabelecer o contexto	Identificação
		Focar nos processos		
Identificação	Avaliação: Identificação Análise	Identificação dos riscos	Identificação dos riscos	Avaliação e Quantificação
Análise Qualitativa		Estruturação dos riscos	Analisar os riscos	
		Definir dono do risco		
Análise Quantitativa		Estimar variância	Avaliar os riscos	
	Estimar impactos			
Plano de respostas	Manipular riscos	Implementar planos	Tratar os riscos	Estratégia de resposta
Monitoramento e Controle	Monitoramento de riscos	Gerenciar planos	Monitorar e revisar, Comunicar e consultar	Documentação e aprendizado

Tabela 7 – Comparativo das abordagens de processos de gerenciamento de riscos. (Fontes: adaptado de [3];[4]; [5]; [6] e [7].)

## 2.4 Tomada de Decisão no Processo Decisório

As decisões representam um importante elemento no resultado das organizações, mas são permeadas por incertezas, complexidades e ambiguidades inerentes aos ambientes em que as empresas atuam. Crises financeiras, competição e a globalização desafiam os executivos, aumentando o impacto dos riscos na tomada de decisão, demandando por processos decisórios cada vez mais eficazes, resultando em melhores resultados, permitindo o sucesso mesmo num contexto com recursos escassos [24].

Quanto maiores forem as incertezas, os processos de gerenciamento de riscos se mostram mais desafiadora, o que implica num fenômeno que foi definido por [33] como a racionalidade limitada. Tal conceito que se diferencia da abordagem clássica da tomada de decisão racional por considerar limitações em obter e processar informações precisas para que sejam tomadas as decisões [34]. Para [33] a decisão no ambiente de negócios não é tomada objetivando uma solução ótima, mas sim solução satisfatória.

A eficácia de uma decisão está ligada aos processos empregados na escolha da melhor alternativa [35] que podem ser caracterizados por processos para tomada de decisão desenvolvidos por meio do aprendizado, além do estabelecimento de relações de causa e efeito das respectivas alternativas, o que resulta em aperfeiçoamento e consequente sucesso de longo prazo [36].

A qualidade de uma decisão pode ser constituída pela percepção do tomador de decisão, podendo ainda ser mensurada pela satisfação com a decisão tomada, com a concordância com a decisão tomada, com a satisfação com os resultados da decisão e com a percepção de um processo que teve bom desempenho [37].

### 3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O conhecimento em um determinado assunto implica no seu aprendizado, isto é, observação e reflexão, o que envolve classificação de conhecimento, construção de um modelo mental, experimentação, e evolução de ideias.

Esse contexto, vem sendo usado por diversas áreas do conhecimento como, por exemplo: medicina, biologia, física, tecnologia e ciências. Cada área tem suas diferenças que refletem em como seus modelos e resultados serão analisados. Existem diferentes tipos de metodologias para realizar pesquisas nas áreas citadas acima, Runeson e Höst [38] apresentam a seguinte classificação para tais metodologias:

- *Surveys*, que é caracterizada pela coleta de informação padronizada de uma população específica, normalmente, mas não somente via questionários e entrevistas;
- Experimentos, ou experimentos controlados, que são caracterizados pela medição dos efeitos da manipulação de uma variável em outra variável e que os objetos de estudo são distribuídos aleatoriamente aos tratamentos;
- Pesquisa-ação, cujo propósito é influenciar ou mudar algum aspecto sobre qualquer que seja com foco na pesquisa. Ela busca modificar o ambiente que está sendo estudado pela ação do pesquisador;
- Estudo de caso, investiga fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto onde ele se caracteriza pela coleta de informação de poucas entidades (pessoas, grupos, organizações), e pela falta de experimentos controlados.

Diferentes metodologias de pesquisa servem a diferentes propósitos, dessa forma Robson assim as classificou [39]:

1. Exploratória, caracterizada por tentar descobrir o que está acontecendo, pela busca de novo conhecimento, geração de ideias e hipóteses para novas pesquisas;
2. Descritiva, retrata uma situação ou fenômeno;
3. Explanatória, busca uma explicação ou situação ou um problema, na maioria das vezes, mas não necessariamente na forma de relação de causalidade. Normalmente tenta provar ou desaprovar uma teoria em particular;
4. Melhoria, tentativa de melhorar certo aspecto do fenômeno estudado.

A maioria das pesquisas na área de tecnologia são empíricas de natureza experimental e quantitativa, baseada em técnicas estatísticas [39]. No entanto, nos últimos anos, métodos de pesquisa qualitativa, principalmente estudos de caso e pesquisa-ação, têm recebido mais atenção e aceitação da comunidade.

Diante do exposto, este trabalho utilizou-se da pesquisa-ação, por indicar a participação do autor e a interação do mesmo acerca do tema pesquisado. O fato de o autor interagir com a comunidade pesquisada, foi determinante para que fosse adotada esta metodologia. Desta forma, tornou-se positiva a influência do autor, que com a metodologia adotada, se municiou de ferramentas e informações para adotar ações pertinentes ao estudo realizado.

### 3.1 Pesquisa-ação

Além da participação ativa do autor a pesquisa-ação prevê o estímulo à contribuição dos atores sociais envolvidos na pesquisa, o que não necessariamente acontece em outras pesquisas tipo participante, podendo utilizar apenas a observação participante.

Para [40] a pesquisa-ação é realizada em um espaço de interlocução onde os atores implicados participam na resolução dos problemas, com conhecimentos diferenciados, propondo soluções e aprendendo na ação.

A pesquisa-ação diferencia-se da pesquisa participativa por derivar, a partir de um estudo científico, uma ação a ser empreendida pelos participantes da pesquisa.

[40] reforça que com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados, e destaca ainda seis aspectos que caracterizam quando a pesquisa-ação deve ser adotada como estratégia metodológica em pesquisas:

1. Há uma ampla explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada;
2. Desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta;
3. O objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontradas nesta situação;
4. O objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada;
5. Há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação;

6. A pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou “nível de consciência” das pessoas e grupos considerados.

O autor também considera que no processo de pesquisa-ação podem ser encontradas características que não fazem parte dos processos de pesquisa convencionais e exemplifica: “Por exemplo, podemos captar informações geradas pela mobilização coletiva em torno de ações concretas que não seriam alcançáveis nas circunstâncias da observação passiva” [40].

O autor complementa afirmando que, como a pesquisa envolve as pessoas na resolução de seu próprio problema é possível alcançar maior profundidade e realismo ultrapassando o “nível opinativo ou representativo no qual se reproduzem apenas imagens individuais e estereotipadas” [40]

### 3.1.0.1 Ciclo PDCA

Para melhorar a qualidade deste trabalho, foram utilizados em vários momentos o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Action*). O ciclo PDCA gira constantemente e possui um fim obrigatório e definido. Com as ações corretivas ao final de cada ciclo é possível que seja criado um novo planejamento para atender a melhoria de um determinado procedimento, assim, iniciando um novo ciclo PDCA a partir do ciclo anterior.

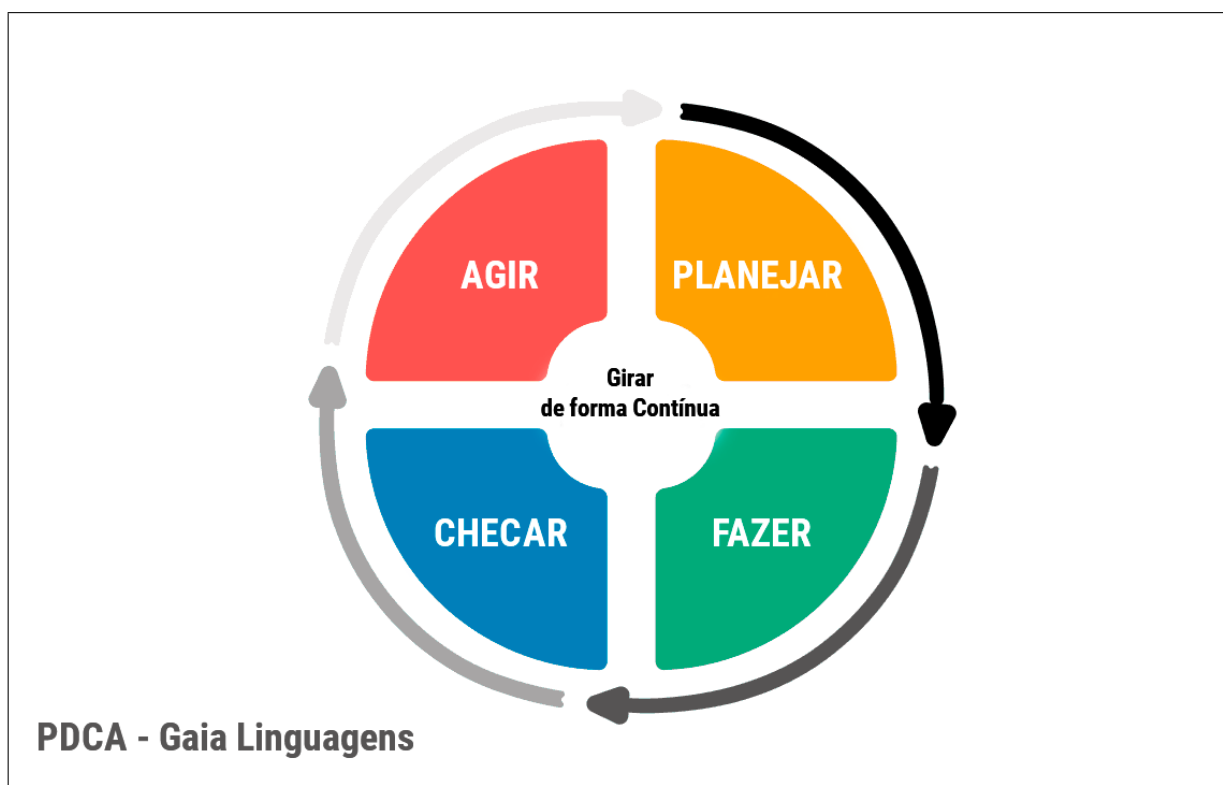


Figura 1 – Representação das fases do ciclo PDCA aplicado neste trabalho. (Fonte: Autor)

A Figura 1 apresenta as etapas percorridas pelo autor para desenvolver a pesquisa. Pode-se perceber que o processo está em uma forma contínua, percorrendo por:

- Planejar: Identificar os problemas;
- Fazer: Testar possíveis soluções;
- Checar: Estudar resultados;
- Agir: Implementar a melhor solução.

É importante ressaltar que o ciclo apresentado acima deve ser reiniciado constantemente, pois é isto que garante a eficácia e a melhoria contínua do processo.

## 4 FRAMEWORK GAIA LINGUAGENS

Neste capítulo será apresentado o *framework* GAIA Linguagens, que tem como objetivo principal auxiliar na tomada de decisão no desenvolvimento de projetos de software, bem como mitigar riscos e custos relacionados a este processo.

### 4.1 Estrutura do Modelo

O *framework* é basicamente constituído por 8 (oito) etapas principais: (I) Assuntos, (II) Gráficos, (III) Pilares, (IV) Perguntas e alternativas, (V) Avaliação, (VI) Resultados e (VII) Análise gráfica. Cada etapa possui um foco bem definido, conforme apresentado na figura abaixo.

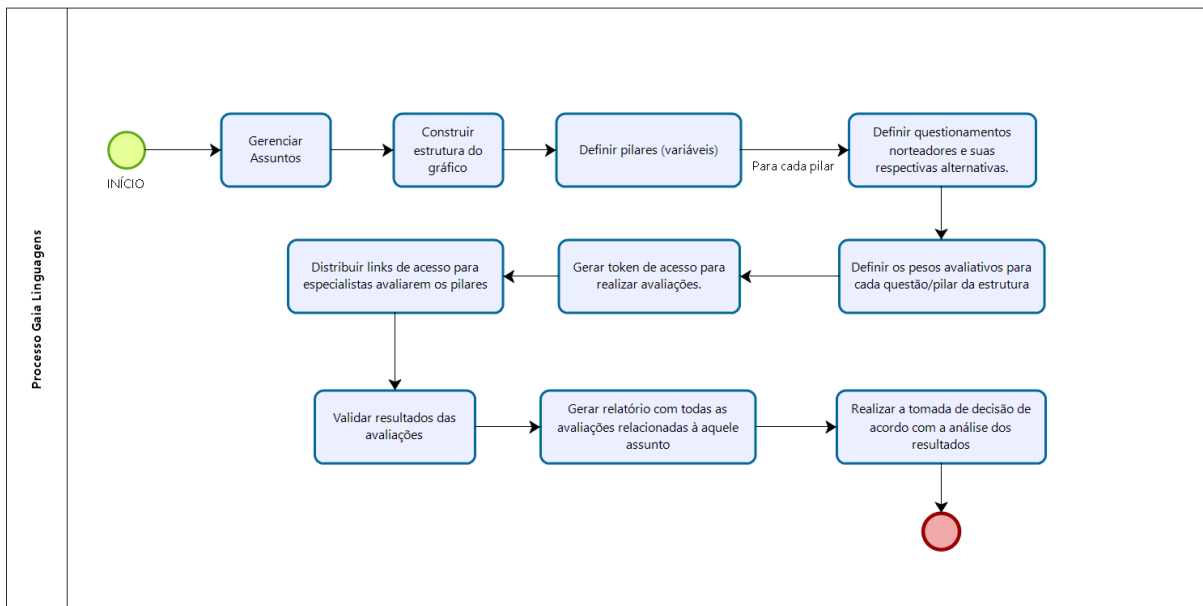


Figura 2 – Fluxo do *framework* Gaia Linguagens. (Fonte: Autor)

Na Figura 2, pode-se observar que o processo se inicia na criação de um assunto, que será responsável pela categorização dos gráficos e avaliações, visto que um gerente de projetos poderá utilizar a plataforma para avaliar inúmeras linguagens em diversos projetos. É importante salientar, que o processo prevê a criação da estrutura do gráfico, ou seja, na etapa II, o usuário deve parametrizar os elementos principais do gráfico, tais como: inserir os pilares que compõe o mesmo e definir o valor máximo (escala de pontuação) para cada eixo. O método gráfico indicado para o processo é o Gráfico de Radar, que visa apresentar dados multivariáveis na forma de um gráfico bidimensional de três ou mais variáveis quantitativas representadas em eixos que partem do mesmo ponto.

Uma das mais importantes etapas do processo é a definição dos pilares, nessa etapa, o gerente de projetos precisa elencar quais são os eixos avaliativos relacionados às linguagens de programação. Além disso, deve ser informado qual o peso daquele eixo comparado aos outros, como por exemplo: eixo Documentação da linguagem, que possui um peso no valor de 3 pontos e Performance da linguagem, que possui um peso no valor de 9 pontos, pode-se perceber que o segundo eixo tem uma maior relevância em relação ao cenário em questão.

Com o gráfico alinhado e os pilares bem definidos, o próximo passo é definir quais serão as perguntas que vão compor os eixos da avaliação, ou seja, as variáveis que irão diferenciar uma linguagem da outra. O processo permite que tanto o gestor quanto especialistas do assunto possam responder o questionário avaliativo, levando em consideração opiniões de várias pessoas envolvidas no projeto, gerando assim, dados mais assertivos para a tomada de decisão.

## 4.2 Ferramenta Gaia Radar

Neste subcapítulo será apresentado a estrutura da ferramenta Gaia Radar, a qual foi desenvolvida baseada no processo Gaia Linguagens.

### 4.2.1 Requisitos da ferramenta

Para que o processo desenvolvido neste trabalho seja executado corretamente em uma plataforma, é necessário que alguns requisitos sejam seguidos fielmente. Estes requisitos estão separados entre requisitos funcionais e não funcionais.

#### 4.2.1.1 Requisitos Funcionais

Código	Descrição
RF-01	O sistema deve possibilitar que o usuário gerencie assuntos.
RF-02	Deve haver na plataforma a ação de gerenciar usuários.
RF-03	Usuários administradores podem cadastrar outros usuários de mesmo nível.
RF-04	A plataforma deve possuir a funcionalidade de gerenciar avaliações.
RF-05	Quando uma avaliação for iniciada, nenhum dado de cadastro pode ser alterado.
RF-06	O sistema deve possibilitar o gerenciamento de perguntas, bem como suas respectivas alternativas.
RF-07	A plataforma deve possuir a funcionalidade de construir a estrutura dos gráficos, bem como definir os pilares do mesmo.
RF-08	Somente os usuários cadastrados na plataforma podem visualizar as respostas das avaliações.
RF-09	A plataforma deve possibilitar ao usuário compartilhar o link do questionário com os especialistas. Este link deve possuir uma hash criptografada.
RF-10	O sistema deve calcular uma média de todas as avaliações realizadas pelos especialistas.

Tabela 8 – Requisitos funcionais da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor)

#### 4.2.1.2 Requisitos não Funcionais

Código	Descrição
RNF-01	Uso de Design responsivo nas interfaces gráficas.
RNF-02	A linguagem utilizada deve haver compatibilidade com sistemas operacionais Windows e Linux.

RNF-03	Deve ser utilizado o MySQL como base de dados.
RNF-04	Todas as bibliotecas devem ser de código-aberto.
RNF-05	Todos os dados dos usuários devem estar criptografados.
RNF-06	O sistema deve possibilitar o usuário solicitar o Modo Escuro.
RNF-07	A plataforma deve seguir os padrões de usabilidade atuais.
RNF-08	Se o usuário estiver utilizando a senha padrão (123) o sistema deve informá-lo a trocar a mesma.

Tabela 9 – Requisitos não funcionais da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor)

#### 4.2.2 Diagrama de Classe

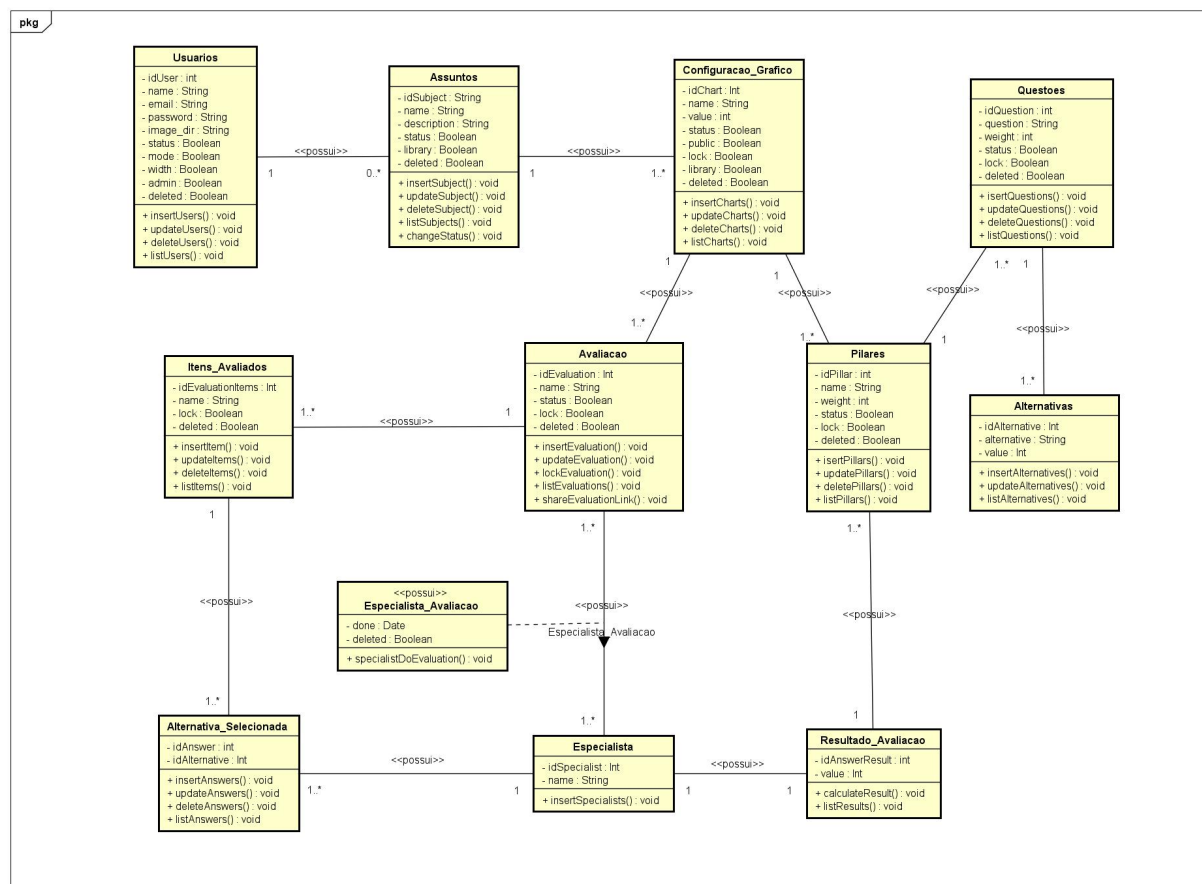


Figura 3 – Diagrama de classe da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor)

A Figura 3 apresenta o diagrama de classe da ferramenta Gaia Radar, pode-se perceber que o diagrama é composto por 12 classes principais, cada qual com seus atributos e métodos bem definidos:

- **Usuários:** Essa classe representa os usuários cadastrados no *framework*, que podem ser Gerentes de Projetos, Líderes e Arquitetos técnicos ou até mesmo *Product Owners*;

- **Assuntos:** Já esta classe é responsável por gerenciar os assuntos trabalhados na plataforma, que por sua vez podem ser os mais variados possíveis, visto que a ferramenta Gaia Radar, baseada no *framework* Gaia Linguagens não possui foco em determinada área, podendo ser utilizada para apoiar qualquer tomada de decisão baseada em multicritérios;
- **Configuração do Gráfico:** Nesta classe pode-se perceber que há atributos básicos de cadastro comum, porém, é esta classe que será responsável por iniciar todo o processo estrutural da tomada de decisão. Por meio dos gráficos os usuários podem se organizar e gerenciar cada avaliação realizada na plataforma;
- **Questões:** Esta classe é responsável por gerenciar todas as perguntas que serão respondidas pelos especialistas no assunto avaliado. Ela possui uma conexão específica com os **Pilares** e as **Alternativas**. É importante ressaltar que nesta classe há um atributo muito importante, que é o atributo *weight*, responsável por determinar o peso de cada questão avaliada;
- **Alternativas:** A classe de alternativas possui apenas dois atributos principais, que armazenarão a descrição da alternativa e o valor da mesma. Note que o número de alternativas será o mesmo número da precisão de valor do gráfico;
- **Pilares:** Esta classe é considerada a mais importante neste diagrama, é ela quem definirá os valores avaliados no processo de tomada de decisão, por exemplo, em um cenário de desenvolvimento de software, os pilares podem ser: Manutenibilidade, Performance, Agilidade no Desenvolvimento, Biblioteca de componentes e entre outras coisas;
- **Avaliação:** Esta classe representa a criação e gerenciamento do processo avaliativo, ou seja, quando há necessidade de coletar dados para auxiliar na tomada de decisão, o usuário do sistema gera a avaliação de um determinado gráfico, e em seguida configura os dados da classe descrita abaixo;
- **Itens Avaliados:** Esta classe é responsável por determinar os itens avaliados no julgamento dos especialistas, ou seja, por exemplo: numa avaliação relacionada a desenvolvimento de projetos de software, os itens avaliados podem ser as linguagens propostas a serem utilizadas no projeto;
- **Resultado Avaliação:** Já nesta classe, serão armazenados os resultados totais das avaliações realizadas pelos especialistas;
- **Especialista Avaliação:** Esta classe armazena apenas a data de realização da avaliação, e surge visto que a classe **Avaliação** tem um relacionamento de "muitos para muitos" com a classe **Especialista**;

- **Especialistas:** Esta classe representa todos os especialistas que realizarão as avaliações geradas na plataforma. Estes usuários não possuem cadastro no sistema, apenas o nome é informado para futuramente os analistas tratarem os *outliers*;
- **Alternativa Seleccionada:** Já esta classe, é responsável por armazenar e gerenciar todas as alternativas seleccionadas pelos especialistas baseado nos itens avaliados do processo avaliativo.

### 4.2.3 Diagrama de Caso de Uso

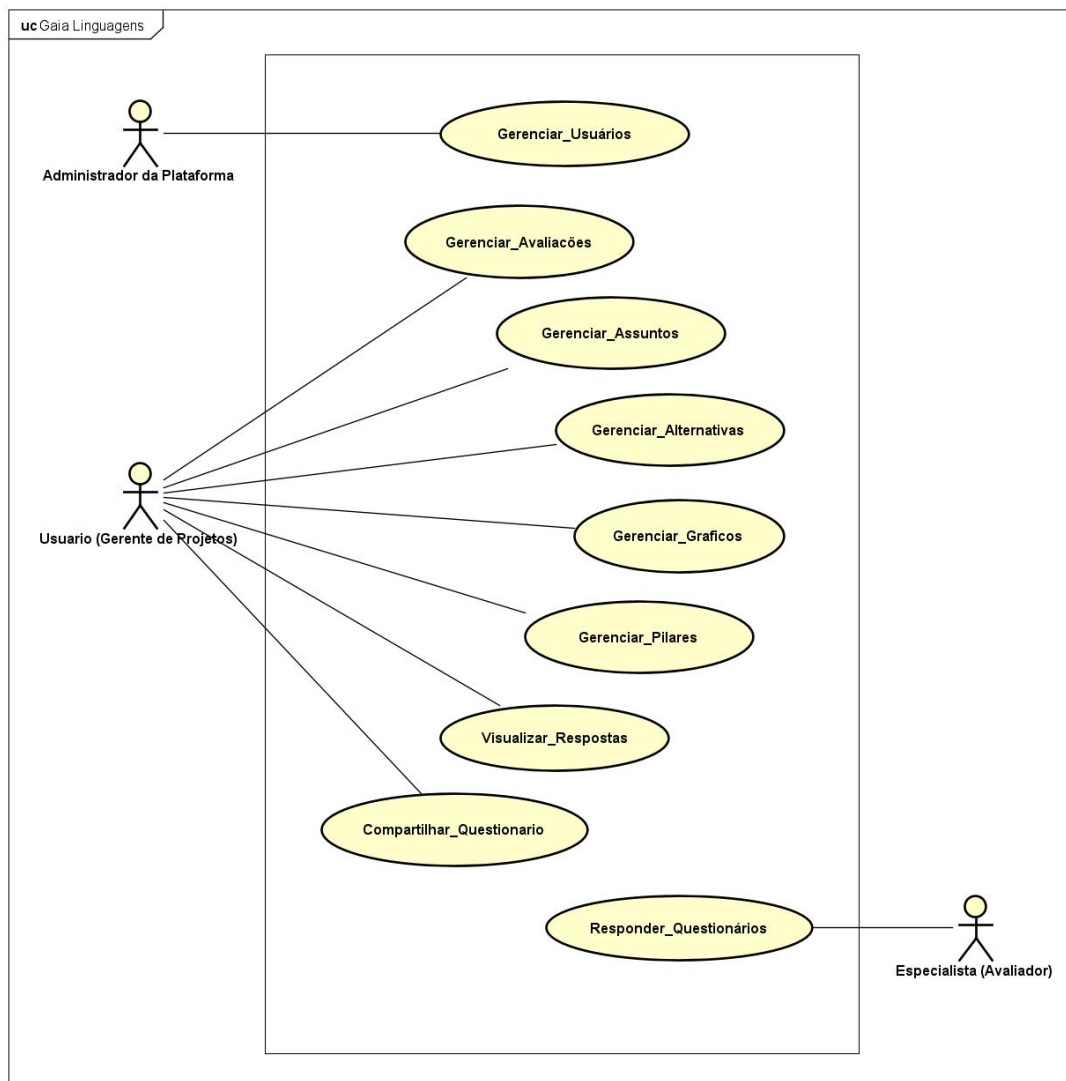


Figura 4 – Diagrama de caso de uso da ferramenta Gaia Radar. (Fonte: Autor)

A Figura 4 apresenta o diagrama de caso de uso da ferramenta Gaia Radar, exibindo todas as ações possíveis da plataforma, juntamente com os atores responsáveis por cada uma delas. Atualmente, o sistema possui 3 (três) atores principais, estes atores são fundamentais para que todas as funcionalidades da plataforma sejam executadas da melhor maneira possível. Abaixo pode-se perceber a descrição de cada item do diagrama:

- **Administrador da plataforma:** Este ator é responsável por gerenciar todos os usuários da plataforma. É importante ressaltar que um administrador pode cadastrar outros administradores;
  - **Gerenciar Usuários:** Este caso de uso representa a ação de cadastrar, editar, visualizar e excluir usuários do sistema;
  
- **Usuário (Gerente de Projetos):** Já este ator, é o principal usuário da plataforma, será ele que realizará todos os cadastros necessários para que os dados sejam os mais assertivos possíveis para auxiliar na tomada de decisão;
  - **Gerenciar Avaliações:** Este caso de uso é representa a funcionalidade de construir avaliações baseadas em um assunto e uma estrutura de gráfico;
  - **Gerenciar Assuntos:** Já este caso de uso, descreve os métodos de inclusão, exclusão e edição dos assuntos da plataforma;
  - **Gerenciar Alternativas:** Nesta ação, o usuário deve informar as alternativas de uma pergunta específica, bem como definir os valores (peso) de cada uma delas;
  - **Gerenciar Gráficos:** Este caso de uso representa a funcionalidade de gerenciar a parte estrutural de um gráfico, informando nome e a escala dos valores;
  - **Gerenciar Pilares:** Esta funcionalidade possibilita o usuário de realizar ações como incluir, editar, visualizar e excluir os pilares de um determinado gráfico;
  - **Visualizar Respostas:** Esta ação só pode ser realizada quando uma avaliação for totalmente concluída por um especialista. Com isso, o usuário pode coletar as informações necessárias para realizar uma tomada de decisão mais assertiva;
  - **Compartilhar Questionário:** Esta ação representa o ato de compartilhar o link do questionário com os especialistas, para que seja realizado a avaliação dos itens determinados anteriormente pelo usuário (gerente de projetos);
  
- **Especialista (Avaliador):** considerado um ator chave, este ator é responsável por trazer os dados precisos, pois será ele que realizará todas as avaliações necessárias para determinar o valor deste ou daquele item;
  - **Responder Questionários:** Este caso de uso representa a ação de realizar a avaliação dos itens direcionados pelo ator **Usuário**. É importante ressaltar que a única informação coletada do especialista no questionário é o nome do mesmo.

#### 4.2.4 Interfaces da ferramenta

Neste subcapítulo serão apresentadas algumas interfaces da estrutura da ferramenta Gaia Radar, a qual foi desenvolvida baseada no processo Gaia Linguagens.

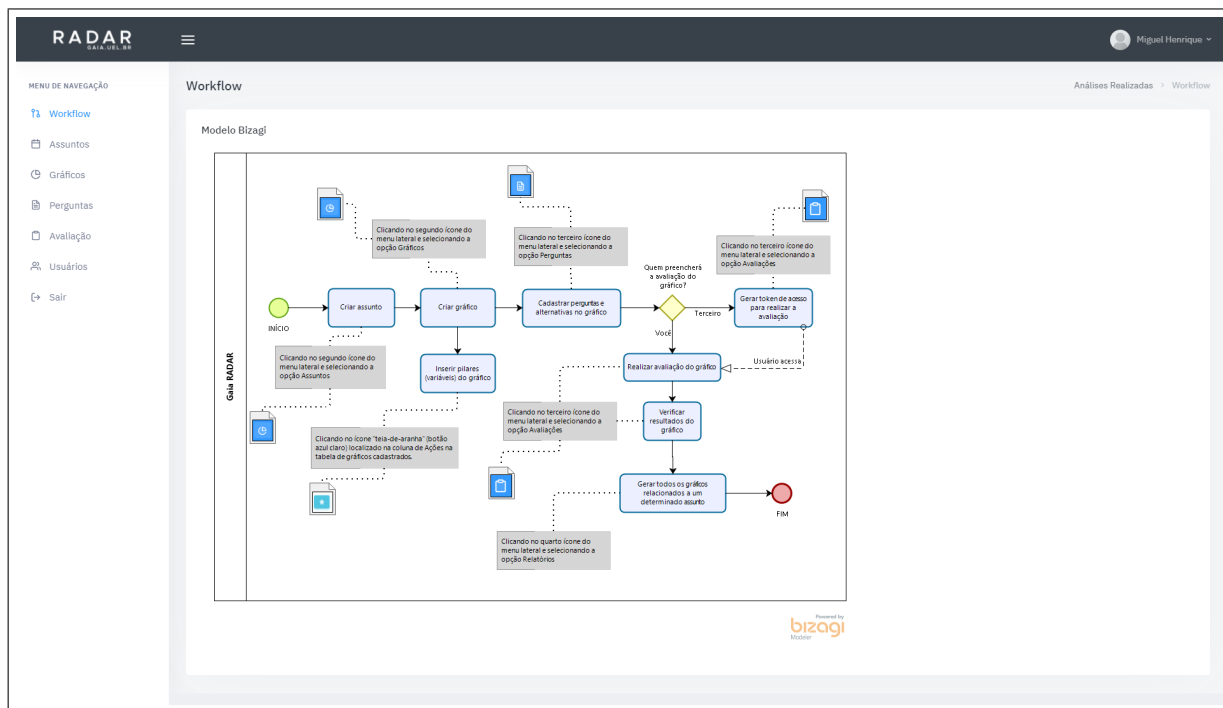


Figura 5 – Ambiente inicial da ferramenta. (Fonte: Autor)

Na Figura 5 pode-se perceber a tela inicial da ferramenta Gaia Radar. Com uma usabilidade bem simples, podemos observar um menu na lateral esquerda contendo todas as ações que o usuário pode realizar em sua jornada dentro da plataforma. Note também que no conteúdo central está inserido o fluxo da ferramenta, onde o usuário pode consultar a qualquer momento para auxiliá-lo na utilização da plataforma. É importante ressaltar que todos os requisitos funcionais e não funcionais mencionados anteriormente neste trabalho estão sendo seguidos rigidamente.

De modo geral, a plataforma possui algumas funcionalidades que facilitam a utilização da mesma, o que torna um ambiente mais agradável para o usuário que está seguindo a jornada. No canto superior direito, onde está localizado o avatar e o nome do usuário, é possível alternar algumas configurações de layout, como por exemplo: Modo claro ou escuro e Modo caixa ou *full-width*.

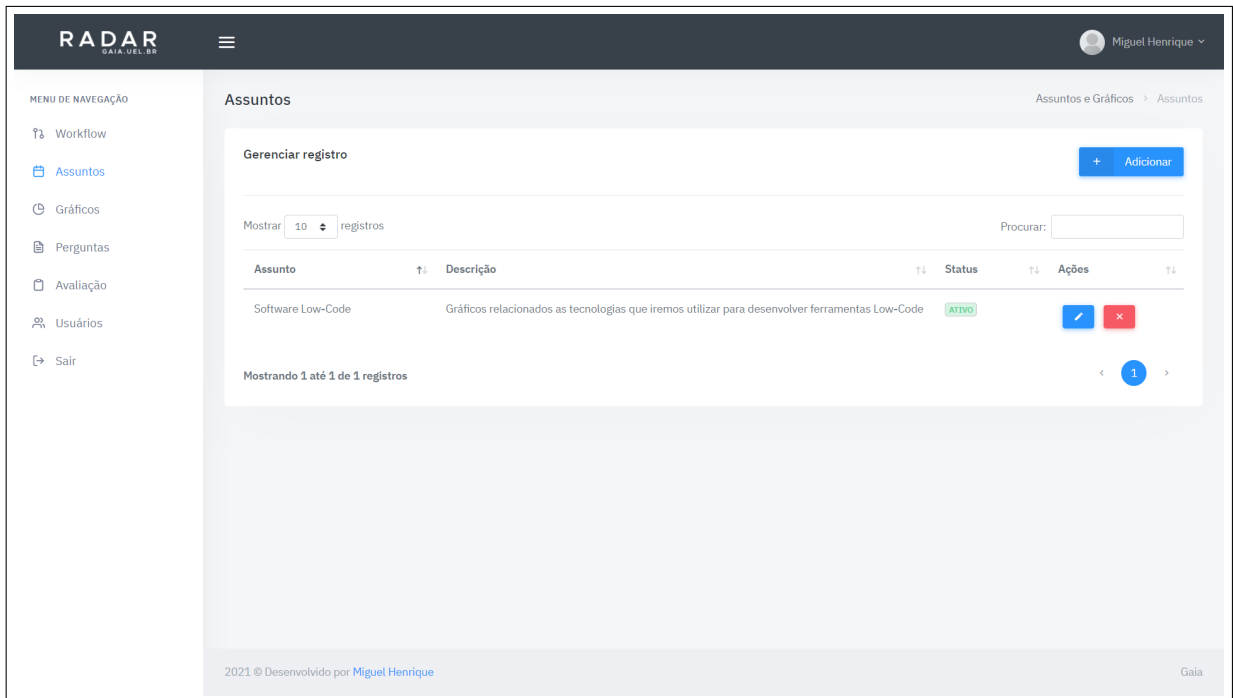


Figura 6 – Gerenciamento de assuntos. (Fonte: Autor)

Na Figura 6 é possível perceber uma lista de assuntos, nesta tela, o usuário poderá realizar as 4 (quatro) operações básicas de uma tela de cadastro, ou seja, nesta interface o usuário poderá incluir, editar, excluir ou visualizar um assunto específico.

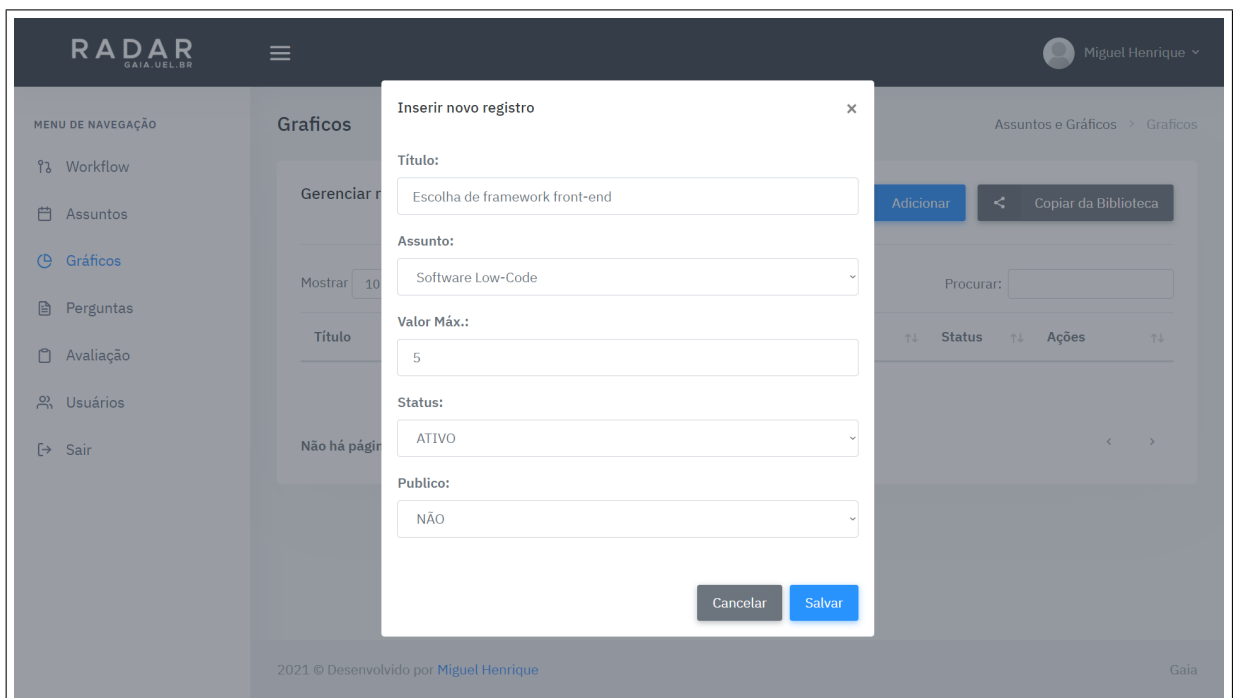


Figura 7 – Cadastrar um novo gráfico. (Fonte: Autor)

Já na Figura 7, podemos observar um formulário aberto, este formulário sempre será em formato de modal, ou seja, todas as interfaces de cadastro da plataforma será via

*pop-up*, o que possibilita uma usabilidade muito melhor para o usuário final. Falando um pouco mais sobre esta tela, pode-se perceber que o cadastro do gráfico possui um atributo chamado Valor Máximo, este atributo é considerado o mais importante na estrutura do mesmo, pois é por meio dele que o gerente de projetos irá definir o nível de precisão das informações avaliadas. Abaixo, na Figura 8 pode-se perceber um exemplo de gráfico com o nível de precisão 5 (cinco).

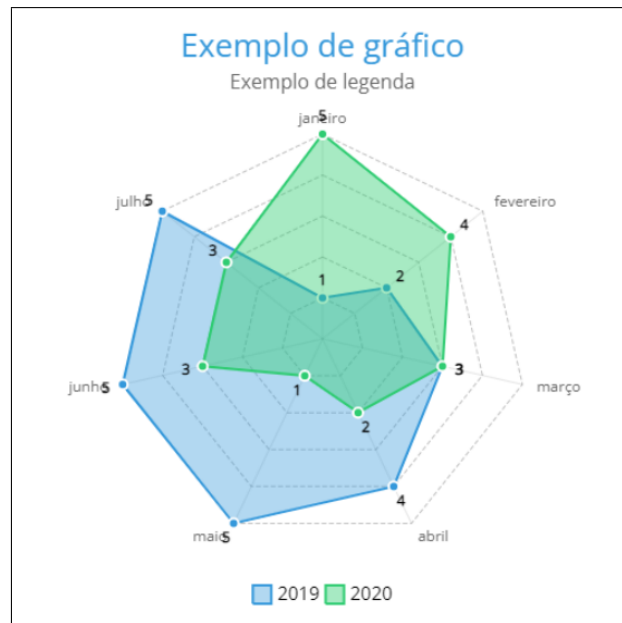


Figura 8 – Exemplo de gráfico com a precisão máxima de 5 pontos. (Fonte: Autor)

**RADAR**  
GAIA.UEL.BR

Miguel Henrique

MENU DE NAVEGAÇÃO

- Workflow
- Assuntos
- Gráficos**
- Perguntas
- Avaliação
- Usuários
- Sair

**Gráficos**

Assuntos e Gráficos > Gráficos

Gerenciar registro

+ Adicionar < Copiar da Biblioteca

Mostrar 10 registros

Procurar:

Título	Valor máximo	Assunto	Status	Ações
Escolha de framework front-end	5	Software Low-Code	ATIVO	★ ✎ ✖

Mostrando 1 até 1 de 1 registros

2021 © Desenvolvido por Miguel Henrique

Gaia

Figura 9 – Listagem de gráficos cadastrados na plataforma. (Fonte: Autor)

Assim como na Figura 6 a Figura 9 também possui as 4 (quatro) operações básicas: criar, visualizar, editar e excluir. Mas existe um elemento nesta tela que é específico para a estrutura de gráficos, pode-se notar que o primeiro botão na coluna **Ações** possui um ícone no formato de "radar", clicando neste botão o usuário será redirecionado para a estrutura de gerenciamento de pilares, que por sua vez será responsável por definir todas as prioridades daquele projeto.

The screenshot displays the 'RADAR GAIA.UEL.BR' interface. On the left is a 'MENU DE NAVEGAÇÃO' (Navigation Menu) with options: Workflow, Assuntos, Gráficos (selected), Perguntas, Avaliação, and Usuários. The main area is titled 'Gráficos' and contains a 'Gerenciar registro' (Manage record) section with a table:

Título	Valor máximo	Assunto	Status	Ações
Escolha de framework front-end • Performance • Comunidade de bibliotecas • Custos • Portabilidade • Reusabilidade • Manutenibilidade	5	Software Low-Code	ATIVO	[Star] [Edit] [Delete]

Buttons '+ Adicionar' and '< Copiar da Biblioteca' are visible above the table. To the right is the 'Pilares do gráfico' (Graph Pillars) section, titled 'Escolha de framework front-end'. It includes a 'Novo Pilar:' (New Pillar) form with 'Peso:' (Weight) and a 'Salvar' (Save) button. Below is a table of existing pillars:

Pilar	Status	Ação
(10) - Performance	ATIVO	[Check] [Delete]
(8) - Comunidade de bibliotecas	ATIVO	[Check] [Delete]
(8) - Custos	ATIVO	[Check] [Delete]
(3) - Portabilidade	ATIVO	[Check] [Delete]
(7) - Reusabilidade	ATIVO	[Check] [Delete]
(6) - Manutenibilidade	ATIVO	[Check] [Delete]

At the bottom, it says '2021 © Desenvolvido por Miguel Henrique' and 'Gaia'.

Figura 10 – Gerenciador de pilares na ferramenta. (Fonte: Autor)

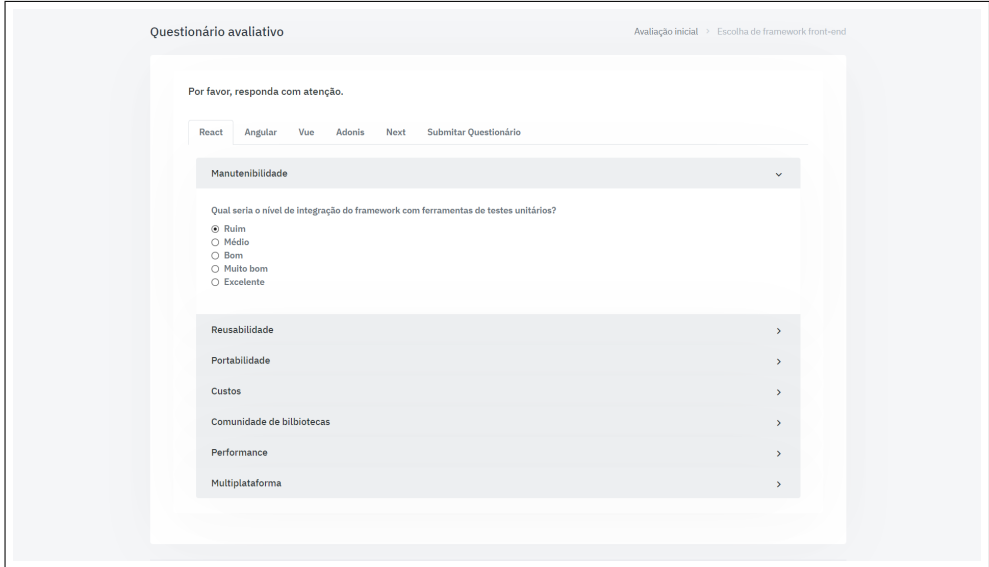
Conforme mencionado na figura anterior, a Figura 10 apresenta a interface de gerenciamento de pilares. Neste ambiente, os usuários poderão construir os pilares que serão a estrutura dos gráficos, bem como definir os seus respectivos pesos dentro do projeto. Pode-se observar que o pilar **Performance** possui uma relevância drástica em relação a **Portabilidade** para aquele projeto.

The screenshot displays the 'RADAR GAIA.UL.BR' web application. The top navigation bar includes the logo and the user name 'Miguel Henrique'. A left sidebar contains a 'MENU DE NAVEGAÇÃO' with options like 'Workflow', 'Assuntos', 'Gráficos', 'Perguntas', 'Avaliação', 'Usuários', and 'Sair'. The main content area is titled 'Perguntas' and features a sidebar for 'Escolha um pilar' (Choose a pillar) with a list of categories: 'Manutenibilidade', 'Reusabilidade', 'Portabilidade', 'Custos', 'Comunidade de bibliotecas', and 'Performance'. The main area is 'Gerenciar registro' (Manage record), which includes a search bar, a table of questions, and a '+ Adicionar' button. The table shows one question: '(10) - Qual seria o nível de integração do framework com ferramentas de testes unitários?'. It has five alternatives: 'Ruim', 'Médio', 'Bom', 'Muito bom', and 'Excelente'. The status is 'ATIVO'. The footer contains the URL 'mhsdevelopers.com.br/radar/index.php', the year '2021', and the name 'Miguel Henrique'.

Figura 11 – Consultar e gerenciar perguntas do gráfico. (Fonte: Autor)

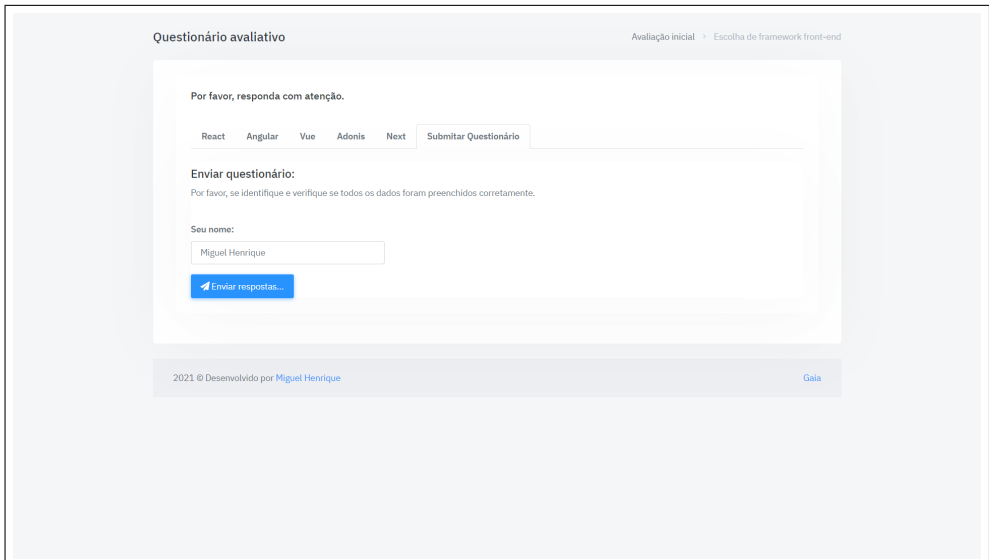
A Figura 11 apresenta a funcionalidade mais importante do processo avaliativo, que é a construção das perguntas e alternativas do gráfico. Na hierarquia do processo Gaia Linguagens, as perguntas ficam alocadas abaixo dos pilares, que por sua vez definem os temas avaliados no gráfico. Nesta mesma interface o usuário pode construir as perguntas dos pilares e suas respectivas alternativas. É importante ressaltar que o número de alternativas está restrito ao valor máximo inserido na configuração do gráfico, ou seja, se o usuário definiu que o valor máximo do gráfico é 5 (cinco), o mesmo só poderá construir perguntas com 5 (cinco) alternativas.





The screenshot shows a web interface titled "Questionário avaliativo" with a breadcrumb "Avaliação inicial > Escolha de framework front-end". Below the title, there is a prompt "Por favor, responda com atenção." and a navigation bar with tabs for "React", "Angular", "Vue", "Adonis", "Next", and "Submitar Questionário". The main content area is divided into sections by vertical pillars. The first pillar is "Manutenibilidade", which contains a question: "Qual seria o nível de integração do framework com ferramentas de testes unitários?". Below the question are four radio button options: "Ruim" (selected), "Médio", "Bom", "Muito bom", and "Excelente". Below this pillar are several other pillars: "Reusabilidade", "Portabilidade", "Custos", "Comunidade de bibliotecas", "Performance", and "Multiplataforma", each with a right-pointing chevron icon.

Figura 14 – Questionário avaliativo. (Fonte: Autor)



The screenshot shows the same web interface, but now the "Submitar Questionário" tab is active. Below the navigation bar, there is a section titled "Enviar questionário:" with the instruction "Por favor, se identifique e verifique se todos os dados foram preenchidos corretamente." Below this is a form field labeled "Seu nome:" containing the text "Miguel Henrique". At the bottom of the form is a blue button with a white arrow and the text "Enviar respostas...". At the very bottom of the page, there is a footer with the text "2021 © Desenvolvido por Miguel Henrique" and a small logo for "Gaia".

Figura 15 – Ambiente para enviar as informações avaliadas. (Fonte: Autor)

As Figuras 14 e 15 apresentam o ambiente onde os especialistas podem preencher o questionário avaliativo do gráfico. Pode-se observar, que as perguntas estão separadas por pilares, e as linguagens por abas superiores, o que promove a organização e a usabilidade do ambiente. É importante ressaltar, que a plataforma prevê a captação de inúmeras avaliações, ou seja, os gerentes de projetos podem consultar uma grande variedade de informações, deste modo, eles podem tomar uma decisão mais assertiva. Todos os dados coletados são processados, calculados e exibidos na seção de resultados, que são demonstrados nas Figuras 17 e 16.

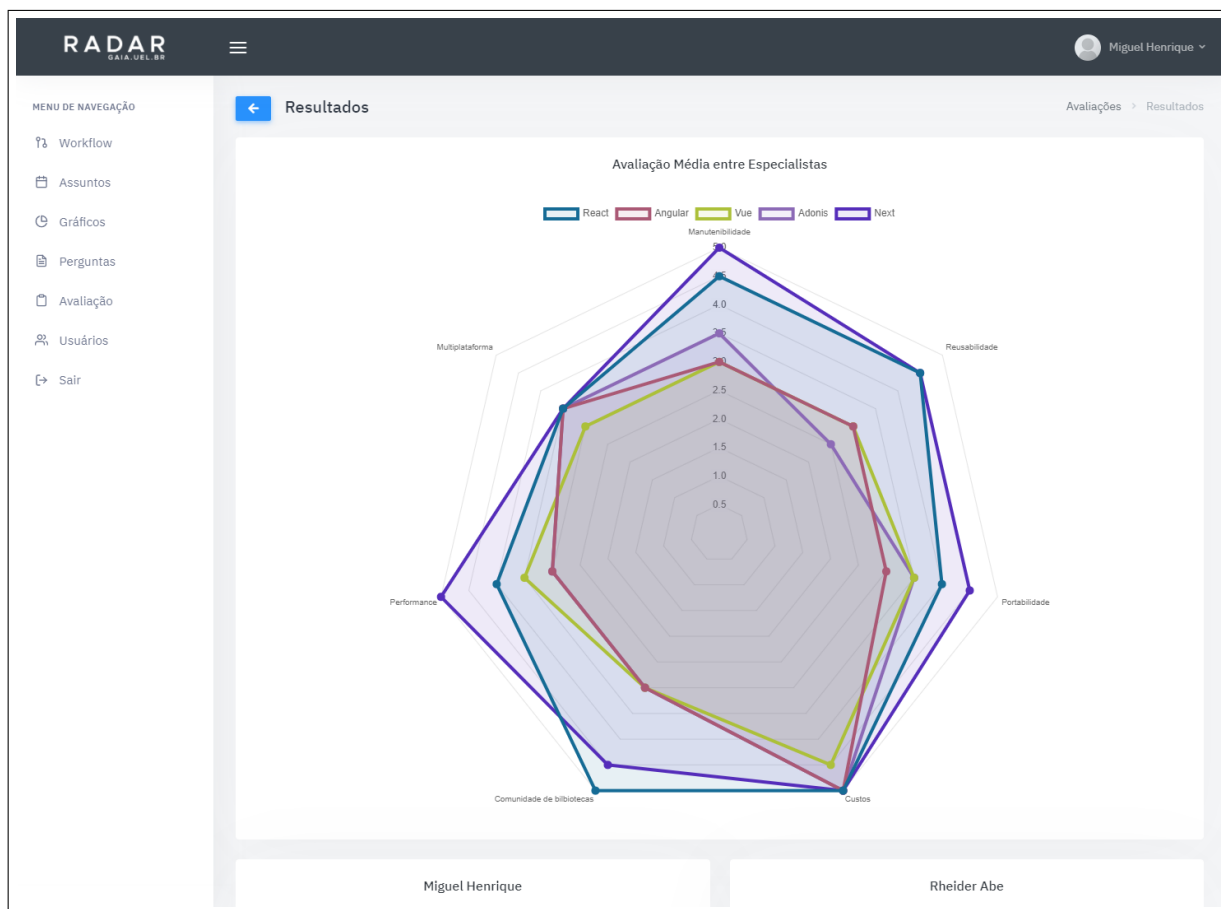


Figura 16 – Avaliação média entre especialistas. (Fonte: Autor)

A plataforma Gaia Radar traz em sua composição mecanismos que facilitam a visualização de dados, por meio de gráficos estatísticos. Para [41] as tabelas e gráficos estatísticos fazem parte de uma linguagem universal, sendo uma forma de apresentação de dados para descrever informações, com o objetivo de produzir no investigador, no público alvo uma impressão rápida e viva do assunto em estudo. Esses dados proporcionam uma melhor interpretação e compreensão do gestor em relação as linguagens de programação avaliadas no processo.

O gráfico possui a seguinte estrutura: eixos (pilares), valor máximo dos eixos, legendas na posição superior e cores, que são constituídas de forma aleatória, para diferenciar uma linguagem da outra no gráfico. A plataforma permite que os gerentes de projetos comparem avaliações do seu time de desenvolvimento, tanto equipe *versus* resultados (Figura 16), quanto especialistas *versus* especialistas (Figura 17). Todo especialista apresenta uma opinião e possui um conhecimento diferente, por isso, o processo prevê a análise do desvio padrão, que demonstra a variabilidade dos dados.

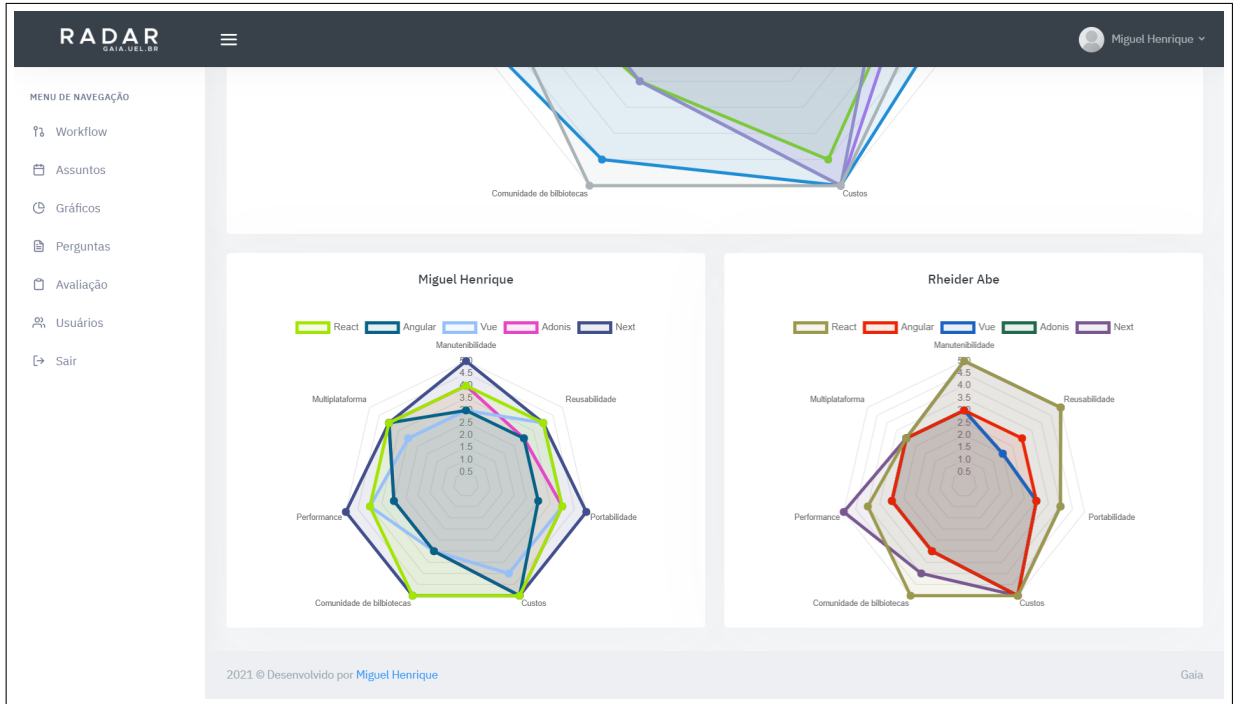


Figura 17 – Resultado individual por especialista. (Fonte: Autor)

## 5 ESTUDO DE CASO

Antes de aplicar a ferramenta no mercado, foram feitos alguns questionamentos informais com especialistas no desenvolvimento de software, para se poder ter uma ideia das características específicas das tecnologias de programação atuais. Esses questionamentos serviram também para comprovar a dificuldade que os especialistas e gerentes têm em definir qual a tecnologia mais assertiva para este ou aquele projeto. Uma das maiores dificuldades relatadas pelos especialistas é o fato de que certas linguagens possuem muitos *frameworks*.

Após os questionamentos feitos com os especialistas e gerentes, avançou-se para o processo de verificação e validação da efetividade da ferramenta no processo de análise, onde se aplicou o modelo em um projeto que estava no *roadmap* da empresa **Sinqia**. A empresa em questão tem como foco principal de suas atividades ajudar empresas de diferentes segmentos de mercado a realizarem a sua transformação digital, que vem de encontro com o propósito da ferramenta Gaia Radar. É de suma importância que o modelo Gaia Radar seja validado em colaboração com empresas deste segmento, visto que a ferramenta deve ser aplicada na construção de novos projetos, dando suporte na escolha da melhor tecnologia de desenvolvimento de software.

### 5.0.1 Projeto aplicado no estudo de caso

O projeto consiste em uma ferramenta que integre diversos sistemas *SaaS* (*Software as a service*). No desenvolvimento desta ferramenta deve ser levado em consideração os seguintes fatores:

1. É necessário desenvolver toda a parte de front-end;
2. O back-end e o banco de dados já foram desenvolvidos anteriormente e não serão validados neste estudo;
3. A tecnologia utilizada no front-end deve ser uma SPA (Single Page Application);
4. A tecnologia escolhida deve estar nos padrões de segurança;
5. A tecnologia escolhida deve ser *cross-plataform*, ou seja, ter integração com diversos dispositivos;
6. A mão de obra da tecnologia escolhida deve ser de fácil contratação no mercado;
7. Por ser uma ferramenta de integração, a tecnologia escolhida deve possuir a funcionalidade de incluir testes unitários, automatizados e de integração;

8. A tecnologia utilizada no front-end deve possuir integração com tecnologias de *real-time (websocket)*, visto que as notificações devem ser enviadas em tempo real para a ferramenta;
9. O servidor reservado para esta aplicação possui as seguintes características: 2GB de Memória RAM, 64GB de Disco Rígido e um Processador Intel Core I3;
10. A compilação da tecnologia escolhida deve ser de leve processamento e armazenamento em disco.

Portanto, pode-se perceber que para este projeto os pilares elencados são: Segurança da Informação, Mercado de Trabalho, Multiplataforma, Testes, Integração de Sistemas, Comunidade de Biblioteca, Real Time e Performance.

Foi questionado aos *stakeholders* diante dos requisitos pré-estabelecidos no projeto, quais seriam os respectivos pesos dos pilares elencados no estudo em uma escala de 1 a 10, onde se obteve os seguintes resultados:

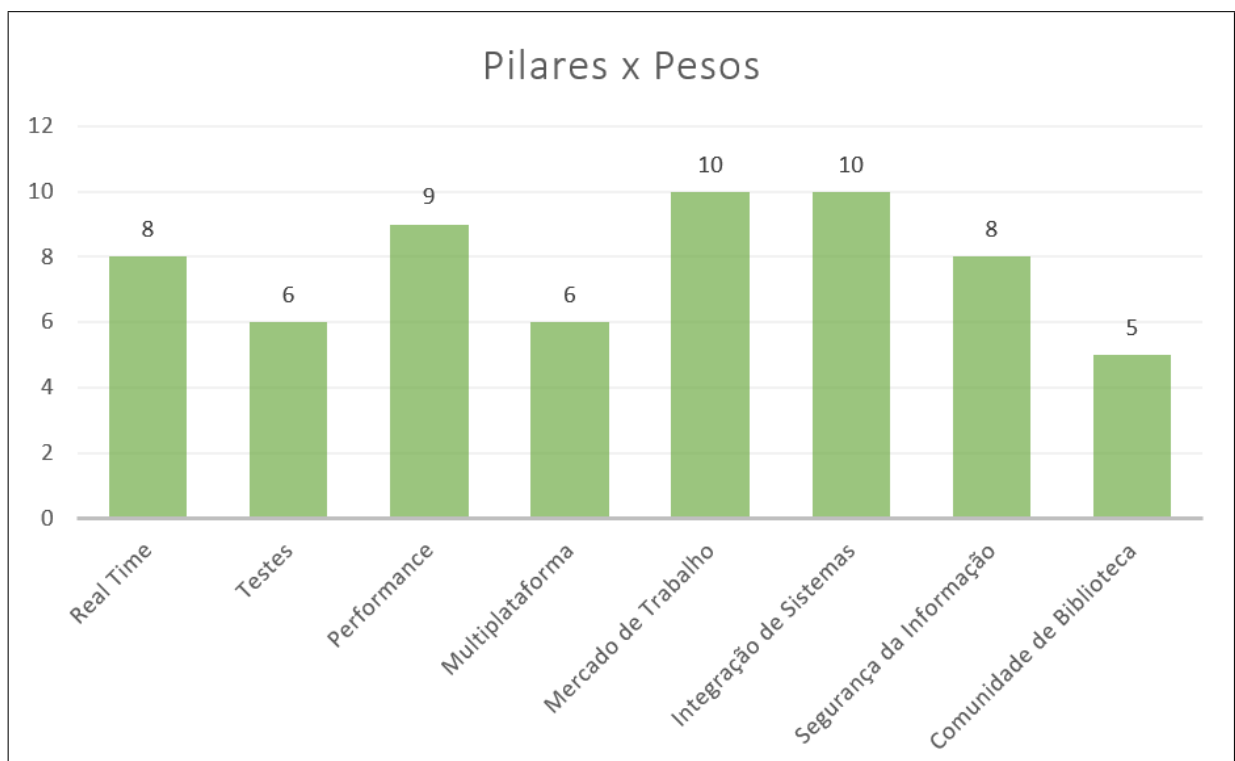


Figura 18 – Resultado da pesquisa realizada com os *stakeholders*. (Fonte: Autor)

Na Figura 18, pode-se perceber os resultados da pesquisa realizada com os *stakeholders*. Note que para este projeto, pilares como: Performance, Mercado de Trabalho e Integração de Sistemas tiveram as maiores notas em relação aos demais pilares. Esse fato deve-se a escassez na mão de obra de profissionais de tecnologia qualificados, os *stakeholders* julgam que ter uma mão de obra qualificada e de fácil acesso para contratação é prioritária.

rio no desenvolvimento desse projeto, bem como possuir um alto nível de integração com outros sistemas garantindo a alta performance.

### 5.0.2 Aplicação no modelo

Dando continuidade no estudo de caso do projeto, foram levantadas as perguntas pertinentes de cada pilar nesta seção, na qual foram definidos os pesos que cada questão iria possuir. Esta validação de peso foi realizada pelo gerente de projetos e a quantidade de perguntas variou de acordo com a necessidade de cada pilar. Em seguida, pode-se visualizar a descrição dos pilares com suas respectivas perguntas e pesos.

- Real Time
  1. A tecnologia avaliada possui a integração com *websocket*?  
Peso - 10
  2. Existem várias bibliotecas para auxiliar na performance das conexões *real time*?  
Peso - 10
- Testes
  1. A tecnologia avaliada possui várias bibliotecas para inserir testes unitários?  
Peso - 10
  2. As bibliotecas disponíveis são de fácil utilização e codificação?  
Peso - 7
- Performance
  1. O framework é considerado altamente performático?  
Peso - 10
  2. A renderização dos componentes é rápida e não afetam negativamente a experiência do usuário?  
Peso - 8
- Multiplataforma
  1. A tecnologia possui a capacidade de ser responsiva?  
Peso - 10
- Mercado de Trabalho
  1. Este framework possui uma boa aderência do mercado de trabalho?  
Peso - 6
  2. O custo para a contratação deste profissional é barato?  
Peso - 10

3. É fácil encontrar profissionais para reposição de desenvolvedores neste framework?  
Peso - 10
- Integração de Sistemas
    1. A tecnologia possui um bom gerenciamento para controle de requisições HTTP?  
Peso - 10
    2. A tecnologia possui gerenciamento de observables?  
Peso - 5
    3. A tecnologia possui camadas que possam separar requisições de *clients* diferentes?  
Peso - 5
  - Segurança da Informação
    1. O framework possui falhas de segurança?  
Peso - 10
    2. É possível gerenciar o local storage, session storage e cookies de forma simples e segura?  
Peso - 8
    3. Nativamente, o framework consegue trabalhar com tokens JWT?  
Peso - 5
  - Comunidade de Bibliotecas
    1. É vasta a quantidade de bibliotecas para este framework?  
Peso - 10
    2. As bibliotecas existentes, possuem integração com *TypeScript*?  
Peso - 5
    3. Toda a manipulação de dados pode ser realizada por meio de uma biblioteca da comunidade?  
Peso - 8
    4. Possuem bibliotecas descontinuadas?  
Peso - 5
    5. O ciclo de vida de uma biblioteca é longo?  
Peso - 8

Diante dos cenários e requisitos do projeto, elencou-se três *frameworks* que poderiam ser utilizados no projeto em questão, foram eles: *React.JS*, *Angular.JS* e *Vue.JS*.

Desta forma, os questionários gerados na plataforma foram submetidos aos seis desenvolvedores que teriam participação no projeto, chegando nos seguintes resultados:



Figura 19 – Resultados do questionário aplicado com os especialistas 1 e 2. (Fonte: Autor)

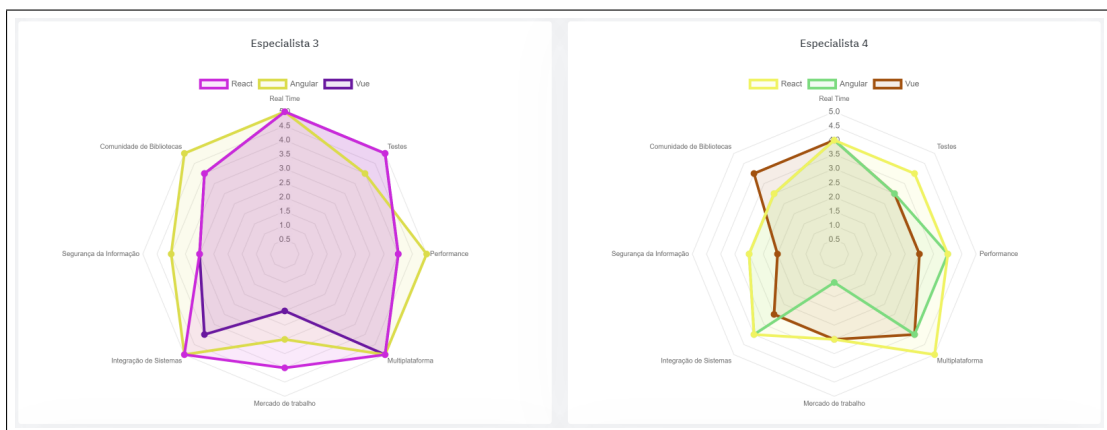


Figura 20 – Resultados do questionário aplicado com os especialistas 3 e 4. (Fonte: Autor)



Figura 21 – Resultados do questionário aplicado com os especialistas 5 e 6. (Fonte: Autor)

Note que nas figuras 19 - 22 os especialistas levaram em consideração: sua realidade, seu conhecimento, sua familiaridade com o *framework*, seu contexto atual e as lições

aprendidas em sua carreira. Desta forma, cada especialista apontou seus prós e contras para cada item avaliado.

Na figura abaixo, pode-se visualizar o gráfico que representa a média de todas as avaliações realizadas pelos especialistas.

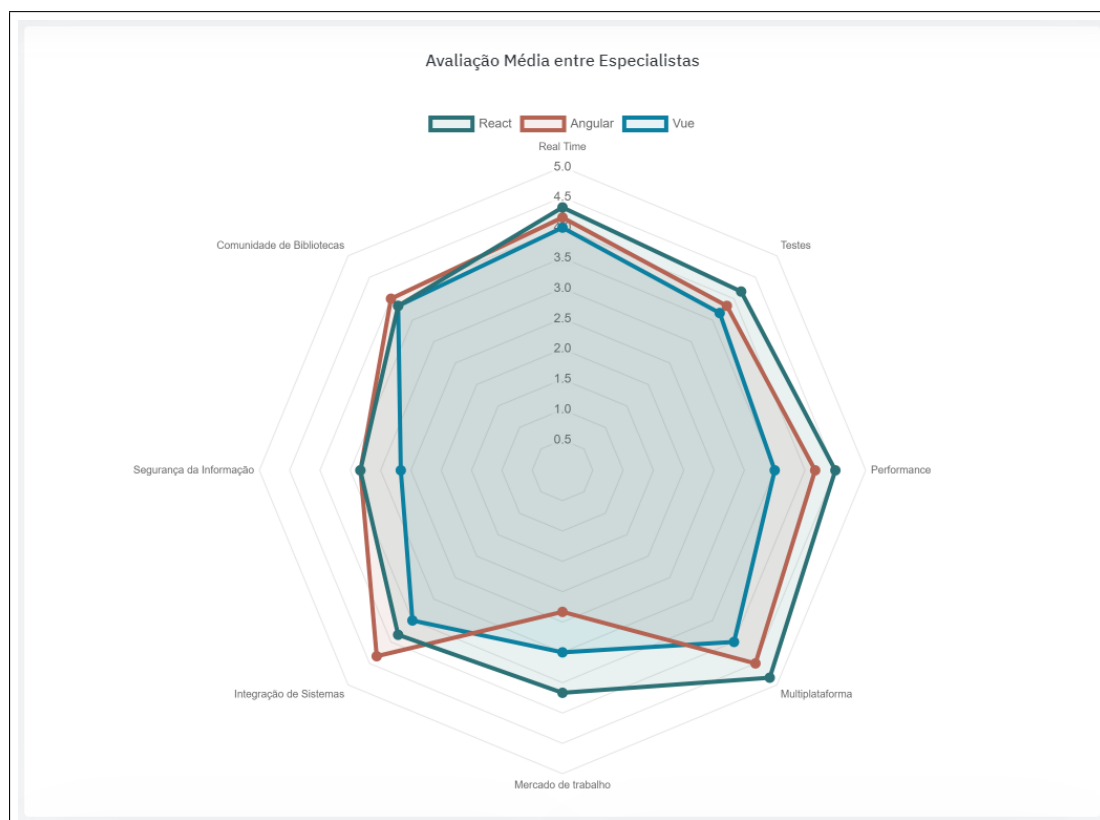


Figura 22 – Média das avaliações realizadas pelos especialistas. (Fonte: Autor)

Diante do exposto e levando em consideração os pesos validados na figura 18, pode-se concluir que o *framework* indicado para este projeto é o **React.JS**, pois ele superou os outros itens em quase todos os pilares, sendo que o pilar Mercado de Trabalho e Integração de Sistemas tiveram os maiores pesos. Desta forma o React.JS foi superado apenas no quesito Integração de Sistemas, mas se mostrou superior nos demais pilares.

### 5.0.3 Questionário com Especialistas

Para concluir o processo de mensuração da proposta apresentada e dos resultados obtidos neste estudo de caso, foi adotado um processo de pesquisa onde primeiramente é realizado a apresentação do modelo desenvolvido para um grupo de especialistas (gerentes, arquitetos e engenheiros de *software*), que trabalham há pelo menos 3 anos com o desenvolvimento de sistemas ou gerenciamento de projetos de *software*.

Como forma de validação do modelo proposto, para que o mesmo seja considerado relevante para o propósito desta pesquisa, os resultados devem possuir uma aceitação superior ou igual a 4,5.

Para que esse processo pudesse ser elaborado foram escolhidos 22 participantes da organização, sendo 6 arquitetos, 6 gerentes e 10 engenheiros de sistemas. Para que o resultado pudesse ser obtido, a aplicação e utilização do modelo aos participantes perpetuaram por um período de 10 dias. Período esse necessário para que os mesmos pudessem se habituar ao framework e os processos que nele estão envolvidos, e também participar da execução e implementação do projeto escolhido como estudo de caso dentro da empresa.

Pode-se visualizar abaixo, que a tabela 10 apresenta os especialistas entrevistados no questionário. É importante ressaltar que em uma avaliação de modelo é de suma importância categorizar algumas informações específicas dos especialistas, como por exemplo: cargo, tempo de experiência no mercado de atuação e sua senioridade.

<b>Posição</b>	<b>Experiência (anos)</b>	<b>Senioridade</b>
Arquiteto de Software	10	Especialista
	10	Sênior
	10	Sênior
	10	Sênior
	6	Sênior
	6	Sênior
Engenheiro/Desenvolvedor de Software	10	Especialista
	10	Especialista
	9	Especialista
	9	Especialista
	7	Especialista
	7	Especialista
	8	Sênior
	8	Sênior
	6	Sênior
	6	Pleno
Gerente de Projetos de TI	10	Especialista
	10	Especialista
	9	Especialista
	6	Especialista
	4	Pleno
	4	Pleno

Tabela 10 – Perfil dos participantes do questionário. (Fonte: Autor)

Durante a fase de avaliação prática, foram apresentados aos participantes cinco tópicos que eles deveriam levar em consideração na hora de avaliar o framework, sendo estes tópicos:

- (P1) - As definições dos critérios para a seleção de tecnologias de desenvolvimento de software estão evidenciadas no modelo;
- (P2) - As diretrizes evidenciadas no trabalho dizem respeito ao processo de seleção da tecnologia ideal para este ou aquele software;
- (P3) - É possível realizar na prática o modelo proposto dentro da empresa;
- (P4) - O modelo ajuda nos processos de gerenciamento de projetos de software;
- (P5) - A problemática levantada no trabalho é existente e permeia por diversos projetos de software.

Com tais itens em evidência, após o período de uso do modelo, foi realizada uma captura de opinião de cada participante. Sendo que, esse processo deve seguir os seguintes procedimentos:

- Cada participante deverá atribuir uma nota em relação ao questionário aplicado, com base nos cinco itens descritos acima;
- A escala de notas terão índices que variam de 1 a 5:
  1. Discordo totalmente;
  2. Discordo;
  3. Não concordo nem discordo;
  4. Concordo;
  5. Concordo totalmente;

Na Figura 23, pode-se visualizar os resultados obtidos por meio da aplicação do questionário proposto.



Figura 23 – Resultado do questionário aplicado com especialistas. (Fonte: Autor)

Pode-se destacar que, as notas atribuídas pelos especialistas, obtiveram a média superior a 4.51, alcançando mais de 90% de aprovação e eficiência da aplicação. Se formos comparar as notas, independentemente, da média e/ou participante, pôde-se observar que, em nenhum caso, o modelo obteve uma nota menor do que 4, mostrando novamente a aceitação e aprovação dos resultados obtidos.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que o uso do modelo proposto contribui em mitigar os riscos no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de software, bem como auxiliar na escolha da melhor tecnologia para o projeto em questão.

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Escolher uma linguagem de programação corretamente para o desenvolvimento do projeto é uma tarefa difícil, que exige conhecimento, experiência, flexibilidade, sensibilidade e inúmeras outras qualidades do gerente de projetos. Ao longo do tempo, a escolha da linguagem de programação era apenas uma questão de conhecimento, de saber o quanto a equipe de desenvolvimento entendia sobre determinada linguagem, não levando em consideração outros parâmetros, que são de suma importância para garantir a construção de um software de qualidade, mitigando os riscos, minimizando os custos e cumprindo com os prazos do projeto.

Com a tentativa de proporcionar aos gerentes de projetos uma nova perspectiva relacionada a tomada de decisões, este trabalho propôs a criação do processo Gaia Linguagens, que tem como principais objetivos: mitigar os riscos relacionados ao retrabalho; prever vulnerabilidades de código e limitações de funcionalidades; cumprir prazos pré-estabelecidos e minimizar os custos do projeto. Além disso, a construção da ferramenta Gaia Radar, que transforma os dados coletados no processo em análise gráfica, facilitando a visualização dos dados compilados conforme métricas pré-estabelecidas.

Desse modo, o presente trabalho contextualizou ao longo do seu desenvolvimento, a importância da tomada de decisão em projetos de desenvolvimento de software; a relevância da mitigação dos riscos em um projeto; ressaltou a necessidade de um processo que facilite a tomada de decisão por meio de análise gráfica e avaliação por pares; e, finalmente, apresentou a ferramenta Gaia Radar. Dentre as vantagens do uso do processo, destacam-se:

- Auxiliar a tomada de decisões, por meio da definição de parâmetros de cada eixo do gráfico;
- Mitigar riscos relacionados ao retrabalho, por meio da escolha correta da linguagem de programação, utilizando-se do compartilhamento de conhecimento;
- Minimizar os custos do projeto, por meio da comparação das características de cada linguagem;
- Gerar lições aprendidas para auxiliar na tomada de decisões futuras.

Os resultados foram bons e encorajadores na busca de um processo que ajude gestores de projetos a escolherem linguagens de programação e tecnologias mais assertivas para um determinado projeto. Como próximas etapas, espera-se melhorar pontos de usa-

bilidade e lições aprendidas na ferramenta Gaia Radar, bem como aplicar o processo em um número maior de projetos.

## REFERÊNCIAS

- [1] SAATY T, L. *What is the analytic hierarchy process? In: Mathematical models for decision support.* [S.l.]: Springer, 1998.
- [2] KARLSSON J, R. K. A cost-value approach for prioritizing requirements. *IEEE Software*, v. 14, n. 5, 1997.
- [3] CONROW E, H. *Effective risk management: Some keys to success.* [S.l.]: Reston, Virginia: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc, 2003. v. 2.
- [4] COOPER, D. et al. *Project management guidelines: Managing risk in large projects and complex procurements.* [S.l.]: Chinchester, West Sussex, England: John Wiley Sons ltd, 2005.
- [5] WARD, S.; CHAPMAN, C. *Making Risk Management More Effective.* [S.l.]: In: Morris, P. and Pinto, J., Eds., Wiley Guide to Managing Projects, John Wiley Sons, Chichester, 852-875, 2004.
- [6] LOCH, C.; MEYER, A. D.; PICH, M. Managing the unknown: A new approach to managing high uncertainty and risk in projects. *Managing the Unknown: A New Approach to Managing High Uncertainty and Risk in Projects*, p. 1–292, 12 2007.
- [7] PMI. *Project Management Body of Knowledge Guide.* [S.l.]: Pennsylvania: Four Campus Boulevard, 2017.
- [8] NETO, J. B. S. D. S. Proposição de um framework para aplicação de modelos de maturidade. *Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco*, Recife, 2020.
- [9] SCHAUKOSKI, E. D. Análise comparativa de frameworks open source para o desenvolvimento de jogos multiplataforma. *Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma*, 2018.
- [10] ROCHA, L. C. B. et al. Índice de popularidade das linguagens de programação e frameworks front-end e back-end nas fábricas de software da região de belo horizonte. *Computação e Sociedade - Universidade FUMEC/FACE*, v. 1, n. 1, 2019.
- [11] CORREA, F. H.; PINTO, G. S. Desafios no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis e os frameworks multiplataformas. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, n. 2, 2020.
- [12] SANTOS, R. R.; SANTOS, R. R.; MELO, A. M. Aplicação de business intelligence aliado ao pmbok para tomada de decisões na gestão de riscos. *Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação da Faculdade Estácio do Pará*, v. 3, n. 5, 2020.
- [13] MATUSCHAK, J. et al. Comunicação como elemento essencial na gestão de projetos. *Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade - SINGEP*, v. 8, 2020.

- [14] BRAGA, L. N. P.; RAUPP, F. M. Gestão de custos alinhada à tomada de decisão: o caso de uma empresa incubada de base tecnológica. *Revista de Negócios*, v. 5, n. 8, 2020.
- [15] SOUZA, M. H. S. et al. Gaia linguagens – um processo para minimizar os riscos no desenvolvimento de um software. *CONTECSI USP - International Conference on Information Systems and Technology Management*, v. 17, 2020.
- [16] GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. [S.l.]: Atlas, 2014.
- [17] FONTANIVE, F. et al. Aplicação do método de análise multicriterial ahp como ferramenta de apoio a tomada de decisão. *Revista Espacios*, v. 39, n. 19, 2017.
- [18] SENA, L. A. Uma aplicação de análise de decisão com o método ahp – processo de hierarquia analítica: um estudo sobre adoção de sistema eletrônico de cobrança no transporte público urbano. In: *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)*. [S.l.: s.n.], 2007.
- [19] SAATY T, L. *Analytic heirarchy process*. *Wiley statsRef: Statistics reference online*. [S.l.]: Wiley Online Library, 2014.
- [20] PACHALSKI F, R. *Como minimizar as falhas na execução de projetos interdepartamentais utilizando ferramentas de gerenciamento de projetos baseadas no guia PMBOK?* [S.l.]: Estudo de caso: Hospital Alfa, 2016.
- [21] L, A. P.; M, M. C. *Métodos de gestão de projetos e sucesso dos projetos: um estudo quantitativo do relacionamento entre estes conceitos*. [S.l.]: Revista de Gestão e Projetos-GeP, 2012. v. 3.
- [22] IIBA. *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge*. [S.l.]: International Institute of Business Analysis, 2009.
- [23] IPMA. *ICB-IPMA competence baseline. Third version*. [S.l.]: Amsterdam: International Project Management Association, 2006.
- [24] KERZNER, H. *Gerenciamento de projetos - Uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle*. [S.l.]: São Paulo, SP, Brasil: Edgard Blucher, 2011.
- [25] RABECHINI JR, R.; CARVALHO M, M. *Relacionamento entre gerenciamento de risco e sucesso de projetos*. [S.l.]: Revista Produção, 2012.
- [26] RAZ, T.; SHENHAR, A.; DVIR, D. *Risk management, project success and technological uncertainty*. [S.l.]: RD Management, 2002. v. 32.
- [27] IBBS C, W.; KWAK Y, H. *Assessing Project management maturity*. [S.l.]: Project Management Journal, 2000. v. 31.
- [28] WILLIAMS, T. *A classified bibliography of recent research relating to project risk management*. [S.l.]: European Journal of Operational Research, 1995. v. 85.
- [29] BESNER, C.; HOBBS, B. *An Empirical Identification of Project Management Toolsets and a Comparison among Project Types*. [S.l.]: Project Management Journal, 2012. v. 43.

- [30] ZWIKAEEL, O.; SADEH, A. *Planning effort as an effective risk management tool*. [S.l.]: Journal of Operations Management, 2007. v. 25.
- [31] WIDEMAN R, M. *Project and Program Risk Management*. [S.l.]: A Guide to Managing Project Risks and Opportunities, 1992. v. 6.
- [32] AKINTOYE, A. S.; MACLEOD, M. J. *Risk analysis and management in construction*. [S.l.]: International Journal of Project Management, 1997. v. 15.
- [33] SIMON; A., H. A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 69, p. 99–, 02 1955.
- [34] SIMON, H. Rationality as process and product of thought. *American Economic Review*, v. 68, p. 1–16, 02 1978.
- [35] JR, J. D.; SHARFMAN, M. *Does decision process matter? A study of strategic decision-making effectiveness*. [S.l.]: Academy of Management Journal, 1996. v. 39. 368-392 p.
- [36] RADNER, R. *Satisficing*. [S.l.]: Journal of Mathematical Economics, 1975. v. 2. 253-263 p.
- [37] GUILLEMETTE, M.; LAROCHE, M.; CADIEUX, J. Defining decision-making process performance: Conceptualization and validation of an index. *Information Management*, v. 51, 09 2014.
- [38] HÖST, M.; RUNENSON, P. *Guidelines for conducting and reporting case study research*. [S.l.]: Empirical Software Engineering, Hingham, MA, USA, 2009. v. 2.
- [39] ROBSON, C. *Real World Research*. [S.l.]: ed: Blackwell, 2012. v. 2.
- [40] THIOLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. [S.l.]: Editora Cortez - Autores Associados, 2009.
- [41] PEÇA C, M. Análise e interpretação de tabelas e gráficos estatísticos utilizando dados interdisciplinares. *PDE*, 2008.

## Apêndices



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

### Pesquisa sobre linguagens de programação

Olá, tudo bem? Me chamo Miguel Henrique Senegalha de Souza e preciso muito da sua colaboração para avançar minhas pesquisas.

Aqui eu tenho um link para você realizar uma leitura de um artigo que certamente te ajudará.

Artigo:

<http://www.contecsi.tecsi.org/index.php/contecsi/17thCONTECSI/paper/view/6636/4039>

---

**\*Obrigatório**

Perguntas sobre você

1. Na sua opinião, qual seu nível de experiência na programação? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Baixo

Médio

Alto

Avançado

Outro: \_\_\_\_\_

2. Há quanto tempo você trabalha com linguagens de programação? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 1 ano  
 2 anos  
 3 anos  
 4 anos  
 5 anos  
 6 anos  
 7 anos  
 8 anos  
 Outro: \_\_\_\_\_

#### Linguagens de programação

3. Na sua opinião, quais seriam as melhores linguagens de programação do mercado? \*

---

---

---

---

---

4. Na sua opinião, existe linguagem ruim? Se sim, quais? porque? \*

---

---

---

---

---

5. Na sua opinião, quais fatores são essenciais na escolha de uma linguagem de programação? \*

---

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários



## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS PILARES

### Ranqueamento de pilares

O projeto consiste em uma ferramenta que integre diversos sistemas SaaS (Software as a service).

No desenvolvimento desta ferramenta deve ser levado em consideração os seguintes fatores:

1. É necessário desenvolver toda a parte de front-end;
2. O back-end e o banco de dados já foram desenvolvidos anteriormente e não serão validados neste estudo;
3. A tecnologia utilizada no front-end deve ser uma SPA (Single Page Application);
4. A tecnologia escolhida deve estar nos padrões de segurança;
5. A tecnologia escolhida deve ser cross-plataform, ou seja, ter integração com diversos dispositivos;
6. A mão de obra da tecnologia escolhida deve ser de fácil contratação no mercado;
7. Por ser uma ferramenta de integração, a tecnologia escolhida deve possuir a funcionalidade de incluir testes unitários, automatizados e de integração;
8. A tecnologia utilizada no front-end deve possuir integração com tecnologias de real-time(websocket), visto que as notificações devem ser enviadas em tempo real para a ferramenta;
9. O servidor reservado para esta aplicação possui as seguintes características: 2GB de Memória RAM, 64GB de Disco Rígido e um Processador Intel Core I3;
10. A compilação da tecnologia escolhida deve ser de leve processamento e armazenamento em disco.

-----

Dados os fatos anteriores, peço para que você valide qual é o peso de cada pilar na sua opinião.

Segurança da Informação, Mercado de Trabalho, Multiplataforma, Testes, Integração de Sistemas, Comunidade de Biblioteca, Real Time e Performance.

---

\*Obrigatório



**5. Integração de Sistemas \***

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**6. Comunidade de Bibliotecas \***

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**7. Real Time \***

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**8. Performance \***

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários





3. Qual a sua senioridade no momento? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Júnior
- Pleno
- Sênior
- Especialista

#### Perguntas sobre o modelo

4. As definições dos critérios para a seleção de tecnologias de desenvolvimento de software estão evidenciados no modelo. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Discordo totalmente
- Discordo
- Não concordo e nem discordo
- Concordo
- Concordo totalmente

5. As diretrizes evidenciadas no trabalho dizem respeito ao processo de seleção da tecnologia ideal para este ou aquele software. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Discordo totalmente
- Discordo
- Não concordo e nem discordo
- Concordo
- Concordo totalmente

6. É possível realizar na prática o modelo proposto dentro da empresa. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Discordo totalmente  
 Discordo  
 Não concordo e nem discordo  
 Concordo  
 Concordo totalmente

7. O modelo ajuda nos processos de gerenciamento de projetos de software. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Discordo totalmente  
 Discordo  
 Não concordo e nem discordo  
 Concordo  
 Concordo totalmente

8. A problemática levantada no trabalho é existente e permeia por diversos projetos de software. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Discordo totalmente  
 Discordo  
 Não concordo e nem discordo  
 Concordo  
 Concordo totalmente

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## TRABALHOS PUBLICADOS PELO AUTOR

1. DE SOUZA, M.; DE OLIVEIRA, E.; CAMARGO, M.; DE BARROS, R.. **"Gaia Linguagens – Um processo para minimizar os riscos no desenvolvimento de um software"**. CONTECSI USP - International Conference on Information Systems and Technology Management - ISSN 2448-1041, São Paulo - SP, Brasil, 2020.

**GAIA LINGUAGENS – A PROCESS TO MINIMIZE THE RISKS IN SOFTWARE DEVELOPMENT**

**GAIA LINGUAGENS – UM PROCESSO PARA MINIMIZAR OS RISCOS NO DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE**

Miguel Henrique Senegalha De Souza - Universidade Estadual De Londrina - miguelhenrique2@gmail.com

Eder Diego De Oliveira - Universidade Estadual De Londrina - eder.diego20@gmail.com

Murilo Crivellari Camargo - Universidade Estadual De Londrina - murilocrivellaric@gmail.com

Rodolfo Miranda De Barros - Universidade Estadual De Londrina - rodolfo@uel.br

Abstract. Nowadays, there is a very wide range of programming languages available for the development of software applications. However, there are few studies that indicate which is the best language to be used in the development of a particular software. This work aims to partially minimize this gap, seeking to develop a process so that it is possible to differentiate which will be the best language to be used in a given project, with the main objective of providing data that can be analyzed quantitatively by project managers from the analyzes carried out by the development team.

Keywords: Decision making, Risk management, Analytic Hierarchy Process and programming languages.



Resumo. Hoje em dia, existe uma gama muito grande de linguagens de programação disponíveis para o desenvolvimento de aplicações de software, porém há poucos estudos que apontem qual a melhor linguagem a ser utilizada no desenvolvimento deste ou daquele software. Este trabalho visa minimizar parcialmente esta lacuna, buscando desenvolver um processo para que seja possível diferenciar qual será a melhor linguagem a ser utilizada em um determinado projeto, tendo como principal objetivo fornecer dados que possam ser analisados quantitativamente por gerentes de projetos a partir de análises realizadas pelo time de desenvolvimento.

Palavra Chave: Tomada de decisão, Gestão de riscos, Processo analítico hierárquico e linguagens de programação.

## 1. Introdução

Com o crescimento da tecnologia da informação e comunicação, é comum que a performance não seja o único fator diferencial a ser levado em conta no desenvolvimento de um software. Com a finalidade de se adequar as novas necessidades do mercado, é comum o surgimento de novas linguagens de programação ao longo dos anos, tendo como principal objetivo a melhoria dos resultados. Um dos problemas que surgiram diante desta diversidade de linguagens de programação, é saber qual é a linguagem ideal para o desenvolvimento deste ou daquele software.

Um dos fatores que devem ser levados em consideração são os riscos de desenvolvimento do projeto. Segundo (Santos, 2020), o gerenciamento de riscos deve ser utilizado em qualquer projeto, buscando garantir o cumprimento dos requisitos a ele pertinentes. O autor reforça que por meio desse gerenciamento, o escopo, o prazo, a qualidade e o custo, são fatores fundamentais para conseguir o resultado esperado, ou seja, a realização do projeto com eficácia e eficiência.

Cada linguagem possui suas características específicas que fazem com que se diferenciem em meio a tantas outras. Existem muitas formas de avaliar o processo de desenvolvimento de um software, essas maneiras variam desde a verificação detalhada do processo de desenvolvimento até mesmo a uma simples análise de código-fonte.

É importante ressaltar que as decisões são os pilares de uma boa liderança e do gerenciamento de um projeto. A tomada de decisão envolve processos que apresentam alternativas e escolhas, que conseqüentemente impactam diretamente no crescimento da organização e no desenvolvimento do projeto. Para (Gomes, 2014), uma decisão precisa ser tomada sempre que está diante de um problema que possui mais de uma alternativa para a sua solução. A teoria da decisão é definida como um conjunto de procedimentos e métodos de análises que procuram assegurar a coerência, a eficácia e a eficiência das decisões tomadas em função das informações disponíveis, antevendo possíveis cenários.

Diante do exposto, este artigo apresenta a criação do processo Gaia Linguagens que visa auxiliar a tomada de decisão no desenvolvimento de projetos de software, bem como, uma plataforma baseada neste processo, que de forma simples, propõe ser uma ferramenta facilitadora na escolha de linguagens de programação para iniciar o desenvolvimento de um software, mitigando riscos e custos desnecessários. Utilizando a plataforma, os gerentes de projeto conseguem coletar informações precisas do seu time de desenvolvimento relacionado as características de uma linguagem específica, aplicada nas necessidades do projeto em questão. Por meio deste mecanismo, é possível que os gestores coletem informações de todos os envolvidos no projeto, ou seja, a tomada de decisão leva em consideração opiniões de diversos especialistas, tornando a decisão um processo mais simples e assertivo.

## 2. Fundamentação Teórica

Neste capítulo, apresentam-se os principais conceitos utilizados neste trabalho, tais como: Gestão de Riscos, Tomada de Decisão e o Processo Analítico Hierárquico.

## 2.1 Gestão de Riscos

O risco é uma incerteza que quando concretizada, pode afetar positiva ou negativamente um projeto de software. (Baraldi, 2010), descreve que os riscos são como elementos incertos às expectativas, que atuam frequentemente sobre os objetivos, metas e meios estratégicos, tais como: pessoas, processos, informação e comunicação, exercendo influência sobre o ambiente e provocando prejuízos. No entanto, se forem gerenciados corretamente, são capazes de criar oportunidades de ganhos financeiros, de reputação e de relacionamento.

Segundo o guia de boas práticas Project Management Body of Knowledge (PMBOK, 2013), o risco é como um evento ou condição incerta que se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto.

## 2.2 Apoio a Tomada de Decisão

A tomada de decisão é a transformação das informações pesquisadas em ações. As incitações fazem com que os gerentes busquem meios para estruturar um plano de ação adequado ao perfil do projeto, com o objetivo de alcançar a resolução ideal (Oliveira, 2004).

No entendimento de (Hillier, 2013), a análise de decisão fornece estruturas e metodologias que auxiliam as tomadas de decisão, quando os resultados são incertos. Já (Shimizu, 2010), descreve que mesmo adotando a simplicidade imposta pela racionalidade limitada, os problemas e métodos de decisão precisam ser classificados e analisados com detalhe.

(Tzeng, 2011) relata no artigo Multiple attribute decision making: methods and applications, que o processo de decisão é intuitivo quando se considera problemas com um único critério, já que a única decisão necessária é a escolha da alternativa de maior preferência. Por outro lado, quando a situação avaliada traz diversos parâmetros, conflitos como o peso de cada critério e as divergências entre as opções, tornam a busca pelo resultado final mais penosa, necessitando o apoio de métodos mais sofisticados.

## 2.3 Processo Analítico Hierárquico

A ideia principal do método de decisão multicritério, AHP, é a clarificação de critérios de um sistema comparado por pares. Por meio da avaliação da relevância relativa de cada um deles determina-se uma classificação em níveis de importância (Sena, 2007).

(Reis, Ladeiro e Fernandes, 2013), afirmam que a metodologia AHP é estruturada de forma competente, permitindo encontrar soluções precisas com o apoio da experiência e intuição dos tomadores de decisão. De maneira complementar, (Gomes, et al, 2004) destacam que, neste método, o problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos, facilitando, assim, sua compreensão e avaliação. Por fim, (Yu, 2011) acrescenta o conceito de subjetividade e complexidade, aplicado em um processo matemático sofisticado e que utiliza de comparações paritárias para chegar ao resultado.

### 3. Desenvolvimento

Tendo em vista a dificuldade dos gerentes de projetos em definir quais serão as linguagens de programação ideais para desenvolver este ou aquele software, foi desenvolvido o processo Gaia Linguagens, que propõe facilitar a tomada de decisões por parte dos gerentes de projetos, que é sem dúvida, uma ação que pode acarretar efeitos positivos ou negativos no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Apesar das abordagens propostas para o gerenciamento de projetos de software, ainda é comum a tomada de decisões baseadas em dados incompletos, insuficientes ou mutáveis. Segundo (Barros, 2001), "o gerenciamento de projetos é uma atividade intensamente baseada em conhecimento. Os gerentes mais experientes, geralmente, obtêm mais sucesso no planejamento e controle de projetos do que os inexperientes, uma vez que utilizam conhecimento e habilidades adquiridas durante diversos projetos realizados no passado. Este conhecimento tácito permite que os gerentes experientes possam reagir melhor quando uma tomada de decisão for necessária durante o processo de desenvolvimento de software".

Neste capítulo, apresentam-se os elementos que compõem a proposta deste trabalho, tais como: Processo Gaia Linguagens e a Plataforma Gaia Radar.

#### 3.1 Processo Gaia Linguagens

O processo é basicamente constituído por 8 (oito) etapas principais: (I) Assuntos, (II) Gráficos, (III) Pilares, (IV) Perguntas e alternativas, (V) Avaliação, (VI) Resultados e (VII) Análise gráfica. Cada etapa possui um foco bem definido, conforme apresentado na figura 1.

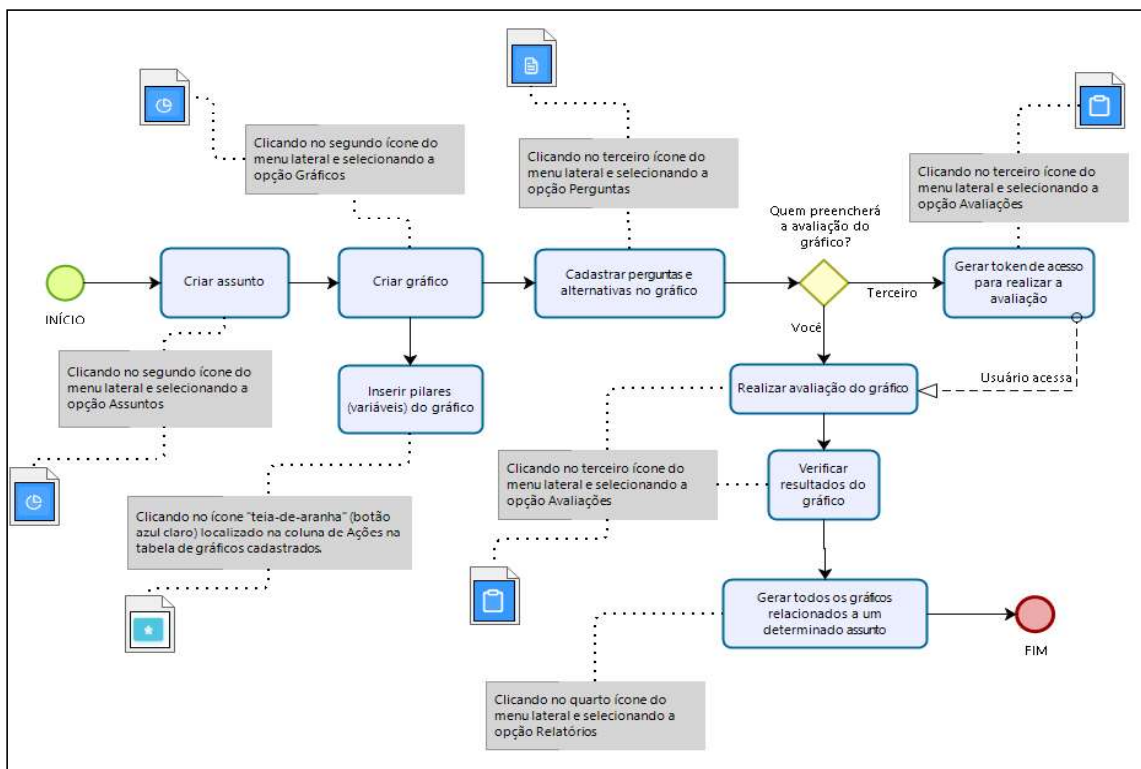


Figura 1 – Processo Gaia Linguagens

Na Figura 1, pode-se observar que o processo se inicia na criação de um assunto, que será responsável pela categorização dos gráficos e avaliações, visto que um gerente de projetos poderá utilizar a plataforma para avaliar inúmeras linguagens em diversos projetos. É importante salientar, que o processo prevê a criação da estrutura do gráfico, ou seja, na etapa II, o usuário deve parametrizar os elementos principais do gráfico, tais como: inserir os pilares que compõem o mesmo e definir o valor máximo (escala de pontuação) para cada eixo. O método gráfico indicado para o processo é o Gráfico de Radar, que visa apresentar dados multivariáveis na forma de um gráfico bidimensional de três ou mais variáveis quantitativas representadas em eixos que partem do mesmo ponto.

Uma das mais importantes etapas do processo é a definição dos pilares, nessa etapa, o gerente de projetos precisa elencar quais são os eixos avaliativos relacionados às linguagens de programação. Além disso, deve ser informado qual o peso daquele eixo comparado aos outros, como por exemplo: eixo Documentação da linguagem, que possui um peso no valor de 3 pontos e Performance da linguagem, que possui um peso no valor de 9 pontos, pode-se perceber que o segundo eixo tem uma maior relevância em relação ao cenário em questão.

Com o gráfico alinhado e os pilares bem definidos, o próximo passo é definir quais serão as perguntas que vão compor os eixos da avaliação, ou seja, as variáveis que irão diferenciar uma linguagem da outra. O processo permite que tanto o gestor quanto especialistas do assunto possam responder o questionário avaliativo, levando em consideração opiniões de várias pessoas envolvidas no projeto, gerando assim, dados mais assertivos.

### 3.2 Plataforma Gaia Radar

Neste subcapítulo serão apresentadas algumas interfaces da estrutura da ferramenta Gaia Radar, a qual foi desenvolvida baseada no processo Gaia Linguagens.

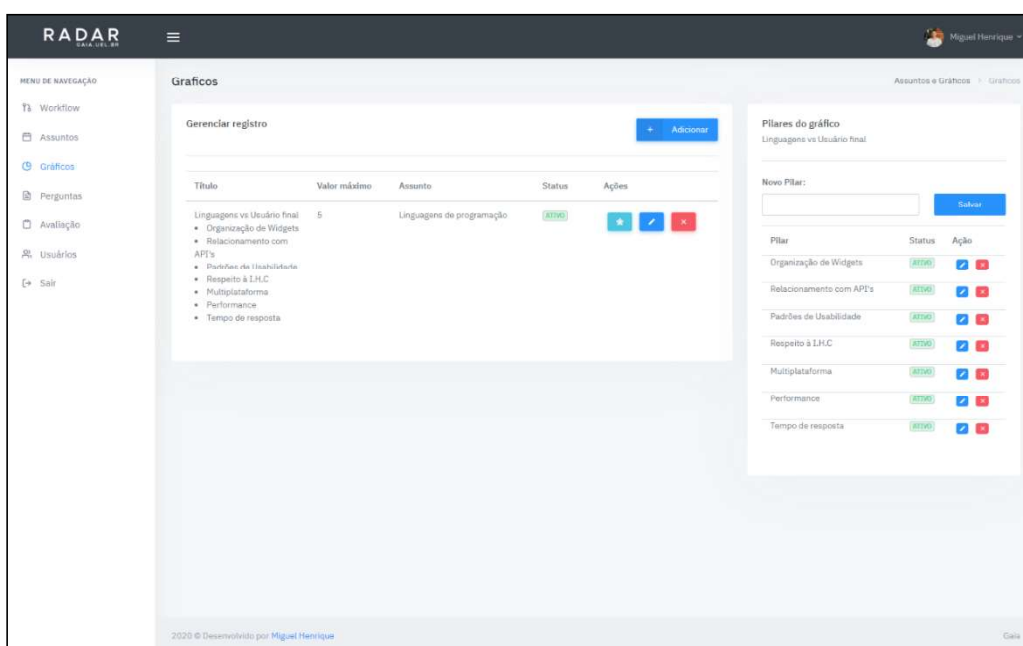


Figura 2 – Ambiente de parametrização da estrutura dos gráficos

Na Figura 2, pode-se observar uma interface com dois blocos: do lado esquerdo, a visão macro da estrutura do gráfico e do lado direito o gerenciamento de seus pilares (eixos). Neste ambiente o gerente de projetos terá total autonomia para manipular todas as informações referentes à estrutura do gráfico, tais como: criar gráficos, alterar informações do gráfico, definir eixos, parametrizar pesos e alterar a visibilidade do registro (ativo ou inativo).

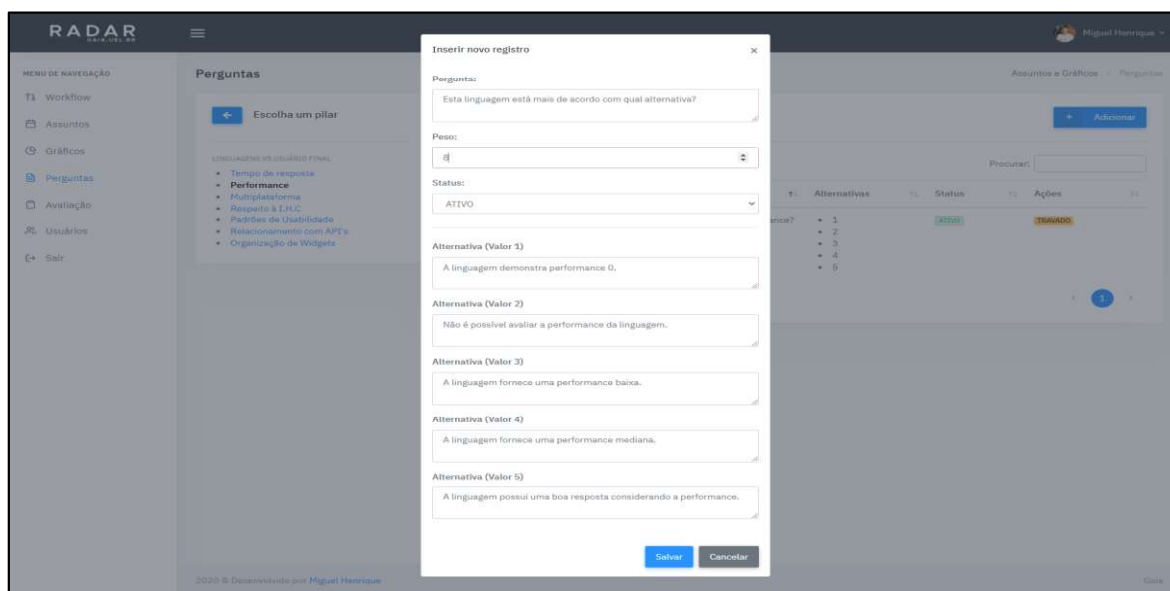


Figura 3 – Estrutura de gerenciamento das perguntas e alternativas

Na Figura 3, pode-se visualizar o ambiente de configuração das perguntas e alternativas dos pilares. Cada pilar pode receber inúmeras perguntas que são definidas pelo processo, mas também podem ser reajustadas pelo gerente de projetos, conforme suas expectativas e necessidades. É importante ressaltar, que, para cada pergunta, o gestor deve atribuir a ela um peso, que possui uma variação de 1 a 10 pontos.

A própria plataforma fará os cálculos referente aos pesos das perguntas e pilares, ou seja, não é permitido exceder 100% da nota. A fórmula utilizada para realizar os cálculos foi a média aritmética ponderada, conforme Figura 4.

$$M_p = \frac{p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + \dots + p_n \cdot x_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}$$

Figura 4 – Média aritmética ponderada

Na Figura 4, pode-se observar a fórmula utilizada na plataforma, onde:  $M_p$ : Média aritmética ponderada; sendo  $P_n$  número os pesos das perguntas e  $X_{valor}$  o valor das respostas.

A interface de avaliação do especialista, é composta por linguagens, pilares, perguntas e alternativas, conforme Figura 5.

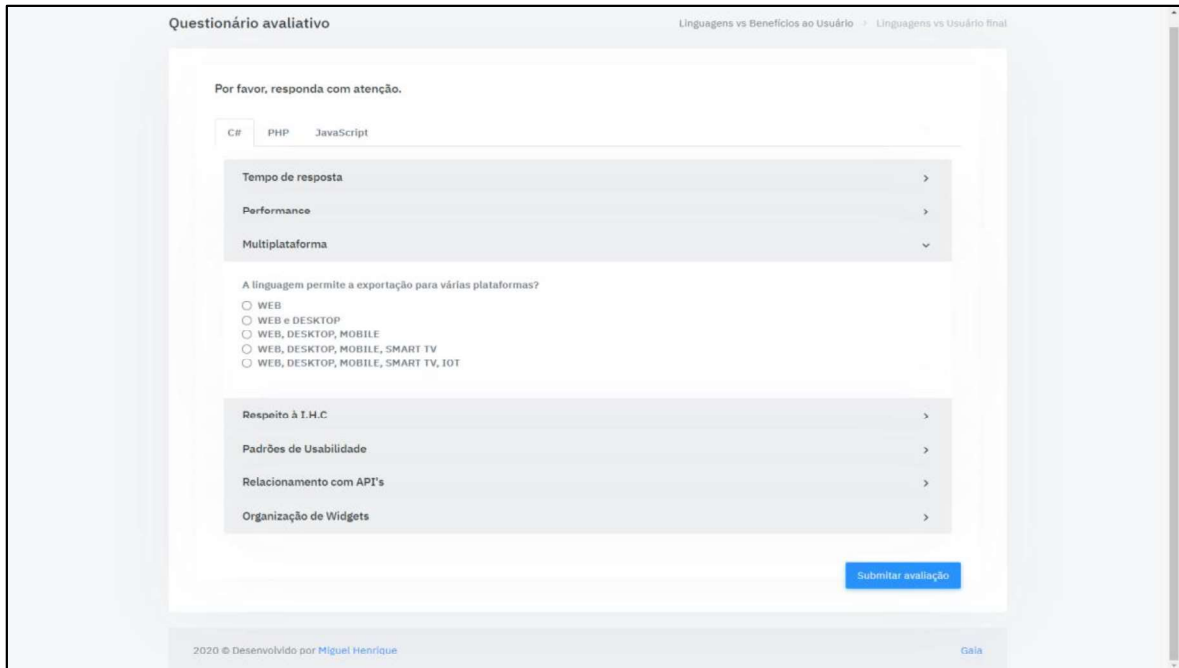


Figura 5 – Ambiente do questionário avaliativo

Na Figura 5, é possível observar o ambiente onde os especialistas podem preencher o questionário avaliativo do gráfico. Pode-se observar, que as perguntas estão separadas por pilares, e as linguagens por abas superiores, o que promove a organização e a usabilidade do ambiente. É importante ressaltar, que a plataforma prevê a captação de inúmeras avaliações, ou seja, os gerentes de projetos podem consultar uma grande variedade de informações, deste modo, eles podem tomar uma decisão mais assertiva.

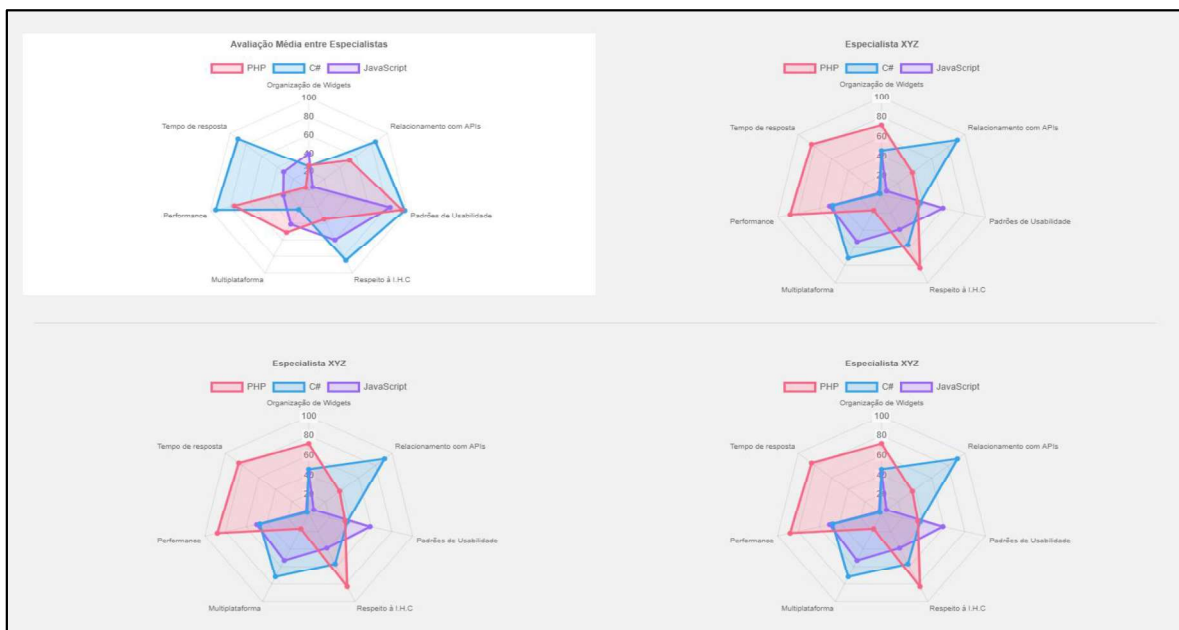


Figura 6 – Resultados das avaliações

A plataforma Gaia Radar traz em sua composição mecanismos que facilitam a visualização de dados, por meio de gráficos estatísticos. Peça (Peça, 2008), descreve que tabelas e gráficos estatísticos fazem parte de uma linguagem universal, sendo uma forma de apresentação de dados para descrever informações, com o objetivo de produzir no investigador, no público alvo uma impressão rápida e viva do assunto em estudo. Esses dados proporcionam uma melhor interpretação e compreensão do gestor em relação as linguagens de programação avaliadas no processo.

O gráfico possui a seguinte estrutura: eixos (pilares), valor máximo dos eixos, legendas na posição superior e cores, que são constituídas de forma aleatória, para diferenciar uma linguagem da outra no gráfico. A plataforma permite que os gerentes de projetos comparem avaliações do seu time de desenvolvimento, tanto equipe versus resultados, quanto especialistas versus especialistas. Todo especialista apresenta uma opinião e possui um conhecimento diferente, por isso, o processo prevê a análise do desvio padrão, que demonstra a variabilidade dos dados.

#### 4. Conclusão e trabalhos futuros

Escolher uma linguagem de programação corretamente para o desenvolvimento do projeto é uma tarefa difícil, que exige conhecimento, experiência, flexibilidade, sensibilidade e inúmeras outras qualidades do gerente de projetos. Ao longo do tempo, a escolha da linguagem de programação era apenas uma questão de conhecimento, de saber o quanto a equipe de desenvolvimento entendia sobre determinada linguagem, não levando em consideração outros parâmetros, que são de suma importância para garantir a construção de um software de qualidade, mitigando os riscos, minimizando os custos e cumprindo com os prazos do projeto.

Com a tentativa de proporcionar aos gerentes de projetos uma nova perspectiva relacionada a tomada de decisões, este trabalho propôs a criação do processo Gaia Linguagens, que tem como principais objetivos: mitigar os riscos relacionados ao retrabalho; prever vulnerabilidades de código e limitações de funcionalidades; cumprir prazos pré-estabelecidos e minimizar os custos do projeto. Além disso, a construção da ferramenta Gaia Radar, que transforma os dados coletados no processo em análise gráfica, facilitando a visualização dos dados compilados conforme métricas pré-estabelecidas.

Desse modo, o presente artigo contextualizou ao longo do seu desenvolvimento, a importância da tomada de decisão em projetos de desenvolvimento de software; a relevância da mitigação dos riscos em um projeto; ressaltou a necessidade de um processo que facilite a tomada de decisão por meio de análise gráfica e avaliação por pares; e, finalmente, apresentou a ferramenta Gaia Radar. Dentre as vantagens do uso do processo, destacam-se:

Auxiliar a tomada de decisões, por meio da definição de parâmetros de cada eixo do gráfico;

Mitigar riscos relacionados ao retrabalho, por meio da escolha correta da linguagem de programação, utilizando-se do compartilhamento de conhecimento;

Minimizar os custos do projeto, por meio da comparação das características de cada linguagem;

Gerar lições aprendidas para auxiliar na tomada de decisões futuras.

Os resultados ainda são preliminares, mas encorajadores na busca de um processo que ajude gestores de projetos a escolherem linguagens de programação mais assertivas para um

determinado projeto. Como próximas etapas, espera-se concluir a implementação da ferramenta Gaia Radar, e aplicar o processo a um número razoável de especialistas, deste modo ter dados suficientes para comprovar a efetividade do processo.

#### Referências

- Baraldi, P. (2010). Gerenciamento de Riscos. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus.
- Barros, M. O. (2001). Gerenciamento de Projetos Baseado em Cenários: uma Abordagem de Modelagem Dinâmica e Simulação. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Gomes, F. C. e Autran, M. L. (2014). Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério.
- Gomes, L. F. A. M., Araya, M. C. G. e Carignano, C. (2004). Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Hillier, S. F. e Lieberman, J. G. (2013). Introdução à pesquisa operacional. 9. ed. Porto Alegre: Amgh.
- Oliveira, D. de P. R. (2004). Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas e operacionais. 9. ed. São Paulo: Atlas.
- Peça, C. M. (2008). Análise e Interpretação de Tabelas e Gráficos Estatísticos Utilizando Dados Interdisciplinares. PDE.
- PMI - Project Management Institute. (2017). Guia PMBOK®: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos, Sexta edição, Pennsylvania: PMI, 2017.
- Project Management Institute. (2013). Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK). Project Management Institute, Newtown Square (PA), 5 edition, 2013.
- Reis, P. L.; Ladeira, M. B.; Fernandes J. M. (2013). Contribuição do método Analytic Hierarchy Process (AHP) para auxílio ao processo decisório de terceirizar ou internalizar atividades no contexto de uma empresa de base tecnológica. Revista Produção Online. Minas Gerais.
- Rodrigues, R. S., Rodrigues, R. S. e Melo, A. M. (2020). Aplicação de business intelligence aliado ao pmbok para tomada de decisões na gestão de riscos. Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação da Faculdade Estácio do Pará, [S.l.], v. 3, n. 5, p. 35-40, jul. 2020. ISSN 2595-8798. Disponível em: <<http://revistasfap.com/ojs3/index.php/tic/article/view/326>>. Acesso em: 06 ago. 2020.
- Sena, L. A. (2007). Uma aplicação de análise de decisão com o método AHP – processo de hierarquia analítica: um estudo sobre adoção de sistema eletrônico de cobrança no transporte público urbano. Rio Grande do Norte.
- Shimizu, T. (2010). Decisão nas organizações. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- Tzeng, G. H. e Huang, J. J. (2011). Multiple attribute decision making: methods and applications. The USA.

Yu, A. S. O. (2011). Tomada de decisão nas organizações: uma visão multidisciplinar. São Paulo: Saraiva.