

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO TOCANTINS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

MARIANA GOMES SOARES

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA AUXILIAR NA
PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A TÉCNICA AHP
(*ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*)**

PALMAS/TO

2016

MARIANA GOMES SOARES

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA AUXILIAR NA
PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A TÉCNICA AHP
(*ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Sistemas de Informação da Fundação
Universidade do Tocantins, como requisito à
obtenção do título de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Orientador: Me. Alex Coelho

PALMAS/TO

2016

DEDICATÓRIA

A Deus pela oportunidade e força concedida e
minha mãe que sempre me ajudou a conquistar
meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por conceder a oportunidade de concluir o curso, por me conceder forças para não desistir. À minha mãe que está sempre ao meu lado, me apoiando em tudo que faço e aconselhando para o melhor. Aos meus colegas Jairo Gervasio, Ádria Aline, Agnélio Alves, Francisco Daniel, Felipe Gomes, Kayque Camargo, Atila Alves entre outros, por me ajudar na jornada acadêmica e aos meus amigos, por me incentivar a continuar sempre. Agradeço ainda, aos professores pela dedicação e paciência em me proporcionar informações que geraram em mim conhecimento, Prof.º Silvano, Arlenes, Stephany, Fredson, Marco. Ao meu professor e orientador Alex Coelho pelo suporte, tempo, incentivo e confiança desde o início da elaboração deste projeto a conclusão. Por fim, sou grata a mim mesma, por não ter desistido!

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos. ”

(Friedrich Nietzsche)

EPÍGRAFE

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo. ”

Martin Luther King.

RESUMO

Com os avanços nas diversas áreas da vida humana podem ser associados os resultados de projetos. A gestão desses projetos começou a ter um foco maior em meados do século XX por meio de organizações em busca de uma melhor produtividade e eficiência em seus projetos. Novos métodos, ferramentas e técnicas são criados para um melhor rendimento do projeto. Tendo em vista a técnica *Analytic Hierarchy Process*, com a problemática de se executar grande parte do processo manualmente, este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema web com a finalidade de otimizar o uso da técnica, sendo necessário os estudos dos seguintes campos: gerenciamento de projetos, métodos e *frameworks*, banco de dados, arquitetura MVC, técnica de Análise de Multicritério dos Projetos e linguagem Python.

Palavras-chaves: Técnica de Análise de Multicritério dos Projetos, Gerenciamento de Projetos, Linguagem Python.

ABSTRACT

As the advances on many different areas of human life may be associated with the results from projects. The management of these projects began to have a greater focus on the mid twentieth century, through organizations for better productivity and efficiency in their projects. New methods, tools and techniques are created for a better project performance. Considering the Analytic Hierarchy Process Technique, as the problem of performing much of the process manually, this work proposes the development of a web system in order to optimize the use of this technique, requiring studies of the following fields: project management, methods, frameworks, database, MVC architecture, Analytic Hierarchy Process technique and python language.

Keywords: Analytic Hierarchy Process technique, Project Management, Language Python.

Lista de Imagens

Figura 1. Todos os projetos são esforços, mas nem todos os esforços são projetos.	12
Figura 2. Ciclo e vida do projeto subdividido em fases.	13
Figura 3. Processos do Guia PMBOK 5ª Edição.	18
Figura 4. Ambiente de projeto do PRINCE2.	20
Figura 5. Processos de um projeto conduzido com PRINCE2.	22
Figura 6. Exemplo de hierarquia.	23
Figura 7. Comparações do AHP.	25
Figura 8. Hierarquia de critérios da organização fictícia.	25
Figura 9. Grupo de critérios/ Objetivos iniciais da Organização.	26
Figura 10. Matriz comparativa do grupo de Critérios.	26
Figura 11. Matriz comparativa normalizada.	26
Figura 12. Cálculo do vetor prioridade.	27
Figura 13. Cálculo do número principal de Eigen.	27
Figura 14. Índices de consistência aleatória (RI).	28
Figura 15. Resultado da matriz comparativa de critérios para os grupos de critérios.	28
Figura 16. Modelo esquemático da Análise SWOT.	29
Figura 17. Exemplo de Matriz SWOT.	31
Figura 18. Arquitetura MVC.	32
Figura 19. Fluxo compilação do código fonte.	33
Figura 20. Arquitetura Geral do sistema AHP.	36
Figura 21. Diagrama de Caso de Uso.	38
Figura 22. Diagrama de Atividade Cadastrar Usuário.	39
Figura 23. Diagrama de Atividade Logar no sistema.	40
Figura 24. Diagrama de Atividade Sistema AHP.	40
Figura 25. Modelagem do Banco de Dados.	41
Figura 26. Cadastrar Projeto.	42
Figura 27. Tela Cadastrar Projeto.	43
Figura 28. Cadastrar Critério.	43
Figura 29. Tela Cadastro Critérios.	44
Figura 30. Cadastrar Alternativa.	44
Figura 31. Tela Cadastrar Alternativas.	44
Figura 32. Método Pesos Critérios.	45
Figura 33. Método pesos Alternativas.	45
Figura 34. Calcula soma.	46
Figura 35. Método normaliza matriz.	46
Figura 36. Método do Cálculo do vetor de Eigen.	47
Figura 37. Cálculo principal de Eigen e cálculo de consistência.	47
Figura 38. Cálculo para prioridade composta.	47
Figura 39. Armazenamento nas tabelas projeto, alternativa e critério.	48
Figura 40. Armazenamento nas tabelas, critério_ alternativo, projeto_ critério e alternativa projeto.	49
Figura 41. Tela Pesos Critérios.	50
Figura 42. Tabela Pesos Critérios Excel.	51
Figura 43. Tela Pesos Alternativas em relação Critério 1.	51
Figura 44. Tabela Pesos Alternativas em relação ao Critério 1.	52
Figura 45. Tela Prioridade Composta.	52
Figura 46. Tabela Prioridade Composta Excel.	53

SUMÁRIO

Lista de Imagens	7
1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Gestão de Projetos	11
2.1.1 Modelos e Frameworks	15
2.1.2 Técnica Análise de Multicritério dos Projetos	23
2.1.3 Análise SWOT	28
2.1.3 Arquitetura MVC (Model, View e Controller)	31
2.1.4 Linguagem Python	33
3 METODOLOGIA	35
4 DESENVOLVIMENTO	36
4.1 Requisitos do Sistema	37
4.1.2 Requisitos Funcionais	37
4.1.3 Requisitos Não Funcionais	37
4.2 Diagrama de Caso de Uso	38
4.3 Diagrama de Atividades	39
4.4 Modelagem do Banco de Dados	41
4.5 Implementação	42
4.5.1 Implementação Web	42
4.6 Teste de Software	48
5 RESULTADOS	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE	60

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização constata-se a existência de projetos, como por exemplo, a muralha da China, as pirâmides do Egito e outros que destacaram a importância e surgimento dos projetos na visão moderna, que no atual contexto tem como objetivo a criação de um produto, serviço, implementado de inovações ou incorporações de mudanças em determinado ambiente.

Com a Revolução Industrial, a economia percebeu as novas necessidades e estabeleceu exigências do gerenciamento de projetos em prol de uma forma mais eficiente, devido ao aumento significativo na complexidade no novo negócio mundial (FONSECA, 2011).

Desde então, as organizações privadas e governamentais buscam evoluir compreendendo os métodos utilizados na área da gestão de projetos. Tendo em consideração os desafios de gerenciar projetos com eficiência, faz-se necessária a utilização de novos gerentes de projetos, metodologias e *frameworks* para tal, sendo assim imprescindíveis os métodos e técnicas mais aprimorados. De acordo com o *Project Management Institute (PMI)* serão criados 13 milhões de novos postos para gerentes de projetos somente até 2020 (EXAME, 2015).

De acordo com PMISP (2013), cerca de 44% dos planejamentos das empresas fracassam pela falta de um gerente de projetos e de planos estratégicos, ocorrendo altíssimos prejuízos para uma organização, excedendo os setores financeiro e até mesmo lesando a imagem da instituição. Problemas como, atraso, fracasso financeiro, baixa autoestima da equipe e insatisfação do gerente perante os companheiros da organização são resultados de más decisões diante de um projeto (SANTOS, 2016).

Em meio a estas informações de cunho relevante para a sociedade e estudiosos da área, são abordadas neste trabalho: as características do gerenciamento de projetos, descrição de ferramentas utilizadas para o auxílio na área e a análise da técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*), responsável por tomada de escolhas e decisões.

Levando em consideração o problema quanto a perda de tempo em executar a técnica manualmente, recursos para os cálculos e a necessidade de o usuário possuir um entendimento técnico para conseguir realizar o processo, este trabalho tem como objetivo geral analisar o desenvolvimento de sistema web da técnica visando à otimização do processo, beneficiando o usuário com a facilidade da utilização e ganho de tempo. Os objetivos específicos visam: verificar as práticas adotadas para a gestão de projetos pelo PMBOK, descrever a técnica AHP,

realizar o levantamento dos requisitos necessários para o desenvolvimento da ferramenta, desenvolver diagramas de caso de uso e de atividade, determinar a modelagem do banco de dados, implementar a ferramenta descrevendo suas principais funções e verificar os resultados obtidos através do desenvolvimento da aplicação.

Pela importância que representa, o presente trabalho está estruturado em quatro capítulos.

O primeiro capítulo apresenta definições e características do gerenciamento de projetos, com conceitos do método PRINCE2 e análise da técnica AHP que servem como auxílio no gerenciamento. Este fora descrito sobre o modelo MVC, e a linguagem Python ambos utilizados no momento do desenvolvimento da aplicação.

O segundo capítulo aborda a metodologia, apresentando os meios necessários para o desenvolvimento do sistema web, os motivos pelos quais a técnica e linguagem foram escolhidas para o trabalho.

No terceiro capítulo é destacado as fases de desenvolvimentos do sistema que inclui: o levantamento dos requisitos do sistema, modelagem do banco de dados proposta para o sistema AHP, apresentando também os diagramas de caso de uso e de atividade, as funcionalidades que são demonstradas no tópico implementação web, e a abordagem dos testes necessários para posteriormente serem analisados.

E, no quarto e último capítulo será apresentado os resultados obtidos através da aplicação, fazendo uma comparação por meio da planilha Excel, comprovando a similaridade de valores obtidos e apresentando uma análise conclusiva do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta etapa são abordadas as bases que fundamentam o estudo de pesquisa para análise de gerenciamento de pesquisa.

Após a Segunda Guerra Mundial, mudanças no setor de serviços e entre outros setores como culturais, tecnológicos, sociais, etc., vêm crescendo cada vez mais, o que pavimentam espaço para a proposição de novas soluções e projetos (LOVELOCK et al, 2006).

Isto exigiu mudanças na forma do planejamento, da elaboração e execução de seus projetos, sendo em consequência, um desafio para os executivos, gerenciar estes projetos com proficiência nesta era de tempos modernos (KERZNER, 2001).

Vários são os conceitos relacionados a gestão de projetos que podem ser considerados na estruturação e desenvolvimento de software.

2.1 Gestão de Projetos

Para o Instituto de Gerenciamento de Projetos ou *Project Management Institute* – PMI (2015), um projeto é definido como esforço temporário na realização da criação de um serviço, produto ou resultado único. A este, sendo temporário com a finalidade de ter um início e fim definidos no tempo.

Sendo de grande importância, o gerenciamento de projetos vem tendo seu diferencial quando bem executado, tornando-se um destaque competitivo e modificando os resultados das organizações (RODRIGUES, 2014).

Os projetos surgem quando organizações buscam por ações que não são atendidas dentro dos limites operacionais normais. Para tanto, tem por consequência a necessidade de estratégias diferenciadas das fornecidas em demanda (MENDES, VALLE e FABRA, 2009). De acordo com Miluzzi (2010) tem como exemplos de projetos:

- O lançamento de um software ou produto;
- Construção de uma casa;
- Realização de uma viagem;
- Organização de um evento (formatura, casamento, etc.).

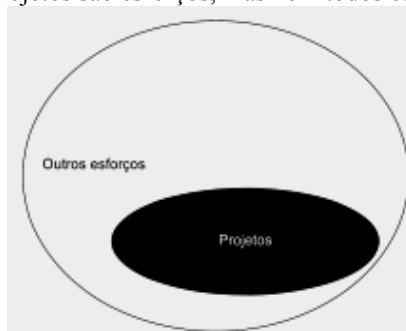
A gestão de projetos é uma forma de aplicar o conhecimento, habilidades, técnicas e ferramentas visando atender requisitos de projetos e até mesmo administrar partes envolvidas e nele interessadas (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Kerzner (2002), a gestão de projetos é uma nova concepção de gerenciamento empresarial, definida como planejamento, programação e controle das diversas atividades integradas para garantir, com êxito, os objetivos. Um projeto tem seu término quando seu objetivo é alcançado, satisfazendo as partes interessada ou quando se chega a um resultado do produto que não é mais necessário, sofrendo assim o cancelamento do projeto, ou até mesmo quando é concluinte que não é possível realizar as metas e objetivos (MILUZZI, 2010).

Para Vargas (2005), um **projeto** pode ser subdividido em partes, possibilitando assim um fácil gerenciamento e controle, sendo que a estas partes se dá pelo nome de **subprojetos**, que podem na maioria das vezes serem terceirizadas ou desenvolvidas por grupos isolados. No mesmo sentido há a figura do **programa** que é o conjunto de projetos que são gerenciados com fim de obter benefícios que não são disponíveis se gerenciado individualmente, sendo orientado a benefícios, pois diferente do projeto que tem como foco o produto, o programa tem como foco os benefícios dos impactos e conclusões deduzidas pela organização (RODRIGUES, CAMPOS, LOVATEL et al., 2011).

O gerenciamento de projetos pode ser aplicado em diversas situações, na qual exista empreendimento que fuja ao que já é definido e rotineiro na empresa. O sucesso da gestão de projetos está ligado ao sucesso com que as atividades são desempenhadas e associadas, tendo como base saber identificar e diferenciar os projetos das outras atividades desenvolvidas na organização (VARGAS, 2005).

Figura 1. Todos os projetos são esforços, mas nem todos os esforços são projetos.



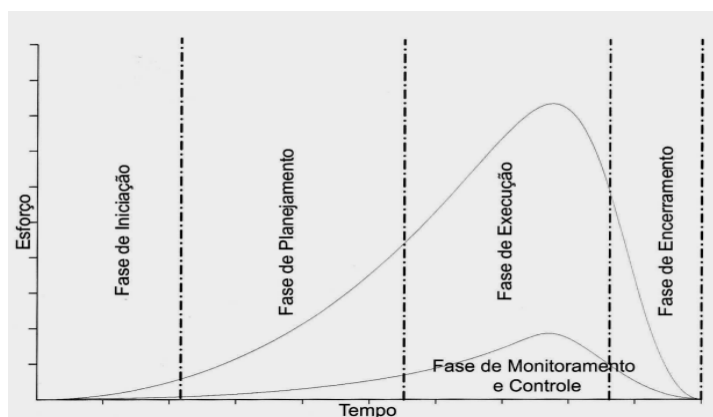
Fonte: Vargas, 2005, p. 10.

O conjunto de procedimentos estruturados para iniciar, planejar, executar, coordenar e finalizar um projeto é chamado de ciclo de vida de um projeto. Ajudam a definir tempo de

entrega, os envolvidos no projeto, os trabalhos técnicos que serão realizados, como aprovar uma fase e como será revisado cada entrega dessas fases que podem ser sequências, paralelas ou iterativas (MILUZZI, 2010).

A figura 2 demonstra o esforço inserido no projeto ao longo do tempo do mesmo. Na fase de Iniciação e Planejamento o esforço é bem menor em relação à fase de Execução, o qual ocorre à execução do serviço já com aquisição de matérias e mão-de-obra contratada.

Figura 2. Ciclo e vida do projeto subdividido em fases.



Fonte: Vargas, 2005, p.34.

Cada fase tem a conclusão de um ou mais serviços ou produtos, os quais devem ser aprovados antes de se iniciar uma nova fase. Isso permite uma visão mais ampla da grandeza e do quanto são admissíveis são os riscos. Não se pode iniciar uma nova fase sem o produto tenha sido aceito. Do contrário isso seria uma fase de aceleração, também chamada de *fast tracking*. As fases de um ciclo de vida do projeto são (WANDERLEI, 2015):

- **Fase de Concepção (Iniciação)** – É a fase inicial do projeto, é marcada pelo surgimento da necessidade do projeto pelo usuário, nessa fase a missão, objetivo e a identificação das melhores estratégias são definidos. Para Menezes (2001), nessa fase é onde ações são criadas para se ter uma visão do futuro do produto ou serviço desejado através do projeto. Quanto mais planejamento, análise desta fase, maior serão as chances de se obter um projeto com êxito no futuro. Suas responsabilidades inclui a obtenção de dados, estimar recursos, estabelecer objetivos, identificar necessidades apresentar proposta.
- **Fase de Planejamento**- Fase que será detalhado tudo o que for realizado pelo projeto, a proposta de trabalho é estruturada e detalhada por meio de um plano de execução operacional, onde as principais atividades são:

- Descrever os objetivos que desejam alcançar com base na proposta aprovada;
- Descrever as tarefas e a estrutura de divisão do projeto;
- Elaboração do cronograma;
- Determinação dos marcos (teste de uma funcionalidade do produto) a serem alcançadas durante a realização do projeto;
- Alocação dos recursos;
- Formação e treinamento da equipe envolvida no projeto;
- Plano de comunicação que deve ser estruturado;
- Comprometimento dos técnicos que integraram o projeto;

Complementado com Cleland e Ireland (2002) e Menezes (2001) a fase de planejamento permite o detalhamento do escopo do projeto e suas atividades, tais como: prazo, custo, qualidade, trabalho do planejamento da equipe, detalhamento de riscos, plano de contratos com fornecedores e reconhecimento dos suprimentos requeridos.

- **Fase de Execução-** É a fase que concretiza tudo que foi planejado anteriormente, quase sempre são necessários ajustes ao longo do trabalho, consiste também em coordenar pessoas e os demais recursos para realizar o plano de ação, importante conhecer os membros da equipe, seus limites e necessidade, e ainda identificar e mapear o *stakeholder*. As principais atividades são (WANDERLEI, 2015):
 - Administração de contratos;
 - Garantir qualidade a partir de avaliações periódicos do desempenho do projeto;
 - Utilizar recursos humanos e matérias;
 - Colocar em prática o plano de comunicação entre os membros da equipe e manter atividades de gestão de mudança;
- **Fase de Monitoramento** – Acontece paralela as demais fases, tendo como objetivo acompanhar e controlar o que está sendo realizado no projeto.
- **Fase de Encerramento** – Última fase do projeto é identificada também como sendo a aceitação formal do projeto e encerramento das atividades, desligamento dos membros e empresas envolvidos no projeto, essa fase também é conhecida como fase de aprendizagem, onde serão também discutidas todas as falhas que ocorrerá no projeto. As principais atividades que ocorre nessa fase são (WANDERLEI, 2015):
 - Agilizar o termino de atividades que não foram concluídas;

- Realocar membros para outras atividades ou projetos;
- Elaborar documento de finalização do projeto;
- Elaborar relatório de resultados finais;
- Encerramento dos contratos;
- Avaliação dos desempenhos da equipe do projeto e resultados obtidos;

Para Bergen (1986), o ciclo de vida resulta da necessidade de se detalhar e aprimorar o projeto desde o lançamento do produto no mercado até sua fabricação, ajudando assim na definição do custo de cada fase e tarefa do projeto, obtendo um lucro mais apurado e diminuindo as irresoluções como melhor entendimento do projeto.

Diante disso, é importante descrever os modelos e *frameworks* como Guia PMBOK e PRINCE2. Abaixo seguem conceitos e descrições.

2.1.1 Modelos e Frameworks

Se levarmos em consideração o significado do dicionário para a palavra “modelo” teremos como resposta que é uma imagem ou desenho que representa o objeto que se pretende reproduzir (INFOPÉDIA, 2015). Trazendo para o âmbito da gestão de projetos seria o mesmo que dizer, seguir um exemplo de algo que deu certo ou como o próprio nome diz um modelo.

Já em relação ao tratamento sobre *frameworks*, segundo Fayad e Schmidt (1997) *frameworks* é um aglomerado de conceitos que são usados para resolver determinado problema de um domínio. Em sua maioria, podem ser reutilizados e customizados de acordo com a necessidade de cada organização. Vários são os modelos que podem ser citados, sendo considerados alguns a seguir.

2.1.1.1 Guia PMBOK

PMBOK (*Project Management Book Of Knowledge* ou Guia do Conhecimento em gerenciamento de Projetos em português) criado pela PMI (*Project Management Institute*) é composto por normas reconhecidas para a profissão de gerenciamento de projetos, onde descreve métodos, normas e práticas estabelecidas. É a partir da evolução do conhecimento dos profissionais da área que o guia é desenvolvido, que fornece orientações para o gerenciamento de projetos individuais, definindo os conceitos relacionados e o gerenciamento, e descreve os processos relacionais ao ciclo de vida do gerenciamento de projetos (PMBOK®, 2013).

Com o intuito de se discutir, escrever e aplicar conceitos sobre o gerenciamento de projetos, o PMBOK fornece um vocabulário comum entre os profissionais da área. Tendo referências básicas não se pode defini-la como uma metodologia, pois ela não é abrangente e nem completa, ela é mais um guia, onde é possível usar metodologias e diferentes ferramentas para implementar a estrutura. (PMBOK®, 2013).

O gerenciamento de projetos no PMBOK inclui a identificação das necessidades, requisitos, estabelecimento de objetivos claros e alcançáveis, adaptação de especificações e planos das partes interessadas e balanceamento das restrições conflitantes do projeto, como: escopo, tempo, qualidade e custo. As áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos segundo PMBOK® (2013):

- **Escopo-** Segundo Vargas (2005), escopo é onde é definido o que será necessário para a realização do trabalho, o controle de como será realizado para que a entrega do produto ou serviço ocorra corretamente. Este ainda pode ser subdividido em duas partes: A primeira no escopo do produto, que são as características funcionais do que será entregue, e a segunda parte é o escopo do projeto, é como será realizado o trabalho para que o produto ou serviço seja entregue com suas características funcionais especificadas na subdivisão anterior, sendo um dos processos mais importantes, já que se mal definido pode acarretar em falhas e custos do produto a ser entregue.
- **Tempo** - A pergunta mais feita pelos clientes aos desenvolvedores do produto ou serviço é: “Quanto tempo leva para ficar pronto?”. Segundo Paula Filho (2000) esta área do conhecimento inclui os processos necessários a serem gerenciados de modo que o produto ou serviço seja entregue no prazo previsto ou o mais próximo dele.
- **Custos** - De acordo com Vargas (2005) outro ponto importante na gestão de projetos é como os recursos financeiros serão aplicados. Essa área é responsável justamente por isso, garantir que o capital disponível para o desenvolvimento do produto ou serviço seja suficiente.
- **Qualidade** – Prubel(2015) considera que o principal propósito dessa área do conhecimento da gestão de projetos é garantir a qualidade do produto ou serviço a ser entregue de modo que haja a satisfação do cliente.

- **Recursos humanos** - Segundo Vargas (2005) tem como principal objetivo a melhor gestão, ou seja, o melhor uso de todos os indivíduos envolvidos no desenvolvimento do projeto.
- **Comunicação** – De acordo com PMBOK® (2013), essa é certamente uma das áreas do conhecimento mais importantes da Gestão de Projetos, uma vez que a mesma é responsável, como o nome já diz, pela comunicação entre as pessoas, sendo considerado assim um elo entre as pessoas e os processos realizados. Em linhas gerais é responsável por fazer com que as informações cheguem às pessoas certas no tempo devido da maneira mais eficaz possível.
- **Riscos** - Conforme Paula Filho (2000) trata-se de como a equipe vai lidar com possíveis eventos que possam vir a trazer consequências indesejadas ao projeto. Nessa área o risco deve ser constatado, monitorado, examinado e controlado. E claro, planejar uma resposta ao mesmo.
- **Aquisições** - De acordo com Oliveira (2015), garante que os elementos externos, porém participantes do projeto forneçam seus produtos ou serviços de forma satisfatória para a realização do mesmo.
- **Integração**- Segundo Vargas (2005), como o próprio nome diz, essa área do conhecimento da Gestão de Projetos é responsável pela integração das demais áreas, funcionando assim como um elo que une todas as partes em um todo.
- **Partes interessadas** - Levando em consideração PMBOK®(2013), essa área foi adicionado ao PMBOK a partir da quinta edição, essa área do conhecimento é responsável por definir as táticas para aumentar o apoio, reduzir as resistências e minimizar os impactos negativos das partes interessadas.

O PMBOK® (2013) define também o papel do gerente de projetos, de acordo com o guia o gerente de projetos é designado a atingir os objetivos da organização e ele tem três características:

- **Conhecimento:** Referente ao conhecimento do gerente de projetos sobre gerenciamento de projetos.
- **Desempenho:** Referente ao que o gerente de projetos é capaz de aplicar seu conhecimento em gerenciamento de projetos.
- **Pessoal:** Referente ao comportamento do gerente de projetos na execução do projeto e atividades relacionadas.

Atualmente o Guia PMBOK está na 5º edição, e conta com 47 processos, 5 processos a mais em relação a 4º edição, continua organizado em 5 grupos de processos, passou de 9 áreas para 10 áreas de conhecimento (Gerenciamento de Partes Interessadas).

Figura 3. Processos do Guia PMBOK 5ª Edição.

Áreas de conhecimento	Grupos de Processos				
	Iniciação	Planejamento	Execução	Monitoramento e Controle	Encerramento
4. Gerenciamento da integração do projeto	4.1 Desenvolver o termo de abertura do projeto	4.2 Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto	4.3 Orientar e gerenciar o trabalho do projeto	4.4 Monitorar e controlar o trabalho do projeto	4.6 Encerrar o projeto ou fase
				4.5 Realizar o controle integrado de mudanças	
5. Gerenciamento do escopo do projeto		5.1 Planejar o Gerenciamento do Escopo		5.5 Validar o escopo	
		5.2 Coletar os requisitos		5.6 Controlar o escopo	
		5.3 Definir o escopo			
		5.4 Criar a EAP			
6. Gerenciamento do tempo no projeto		6.1 Planejar o gerenciamento do cronograma		6.7 Controlar o cronograma	
		6.2 Definir as atividades			
		6.3 Sequenciar as atividades			
		6.4 Estimar os recursos das atividades			
		6.5 Estimar as durações das atividades			
		6.6 Desenvolver o cronograma			
7. Gerenciamento dos custos do projeto		7.1 Planejar o gerenciamento dos custos		7.4 Controlar os custos	
		7.2 Estimar os custos			
		7.3 Determinar o orçamento			
8. Gerenciamento da qualidade do projeto		8.1 Planejar o gerenciamento da qualidade	8.2 Realizar a garantia da qualidade	8.3 Controlar a qualidade	
9. Gerenciamento dos recursos humanos do projeto		9.1 Planejar o gerenciamento dos recursos humanos	9.2 Mobilizar a equipe do projeto		
			9.3 Desenvolver a equipe do projeto		
			9.4 Gerenciar a equipe do projeto		
10. Gerenciamento das comunicações do projeto		10.1 Planejar o gerenciamento das comunicações	10.2 Gerenciar as comunicações	10.3 Controlar as comunicações	
11. Gerenciamento dos riscos do projeto		11.1 Planejar o gerenciamento dos riscos		11.6 Controlar os riscos	
		11.2 Identificar os riscos			
		11.3 Realizar a análise qualitativa dos riscos			
		11.4 Realizar a análise quantitativa dos riscos			
		11.5 Planejar as respostas aos riscos			
12. Gerenciamento das aquisições do projeto		12.1 Planejar o gerenciamento das aquisições	12.2 Conduzir as aquisições	12.3 Controlar as aquisições	12.4 Encerrar as aquisições
13. Partes Interessadas	13.1 Identificar as partes interessadas	13.2 Planejar o gerenciamento das partes interessadas	13.3 Gerenciar o envolvimento das partes interessadas	13.4 Controlar o envolvimento das partes interessadas	

Legenda: Processo novo Movido de área de conhecimento Alteração de nome

Fonte: HENRIQUE, 2013.

De acordo com a figura 3, escopo, tempo e custo tiveram acréscimo de um processo cada. Sendo comum aos três assim, a criação do processo de planejamento (planejamento de escopo, planejamento de tempo e planejamento de custo, respectivamente). O processo

Planejamento das comunicações passou a se chamar: “Planejar o gerenciamento das informações”. Já o processo “Parte Interessadas”, passou a ser uma área de conhecimento (PMBOK®, 2013).

O progressivo uso e aceitação do PMBOK nos últimos anos reforçam que a aplicação de conhecimentos, métodos como Prince2, ferramentas e técnicas adequadas podem ter resultados satisfatórios no sucesso de um projeto, não sendo necessário o uso do conhecimento descrito no PMBOK da mesma forma em todos os casos, sendo a organização que irá definir qual é mais adequado para a organização (ALENCAR, 2010).

De acordo com Mansur (2008), a taxa de crescimento do sucesso em projetos no Brasil vem aumentando ano após ano em virtude da propagação das técnicas e boas práticas de gerenciamento de projetos disponibilizadas no Guia PMBOK.

Após ter conhecimento do Guia PMBOK, destaca-se o método PRINCE2 que também é utilizado para o gerenciamento de projetos, sendo explanado a seguir.

2.1.1.2 PRINCE2

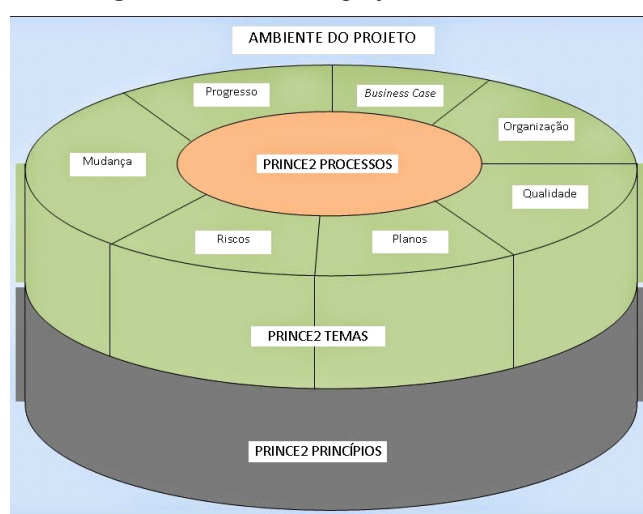
PRINCE2 ou (*Projects in Controlled Environment*), um método não proprietário de gerenciamento de projetos criado pelo governo do Reino Unido, utilizado no setor privado, sendo bem conhecida não só no Reino Unido, como também internacionalmente. Foi desenvolvido a partir do PRINCE com melhorias tendo seus usuários a base para este, sendo uma ferramenta de boas práticas e flexível para qualquer organização (PRINCE2, 2015).

De acordo com Angelo (2008) um projeto no PRINCE2 possui as seguintes características: o controle e organização do início ao fim, regular revisão de progressos baseada nos planos e no *business case*, pontos de decisão flexíveis, gerenciamento efetivo de qualquer desvio do plano, envolvimento da gerência e das partes interessadas em momentos-chaves durante a execução do projeto e um bom canal de comunicação entre o time do projeto e o restante da organização.

Sendo um método estruturado tendo base na experiência de contribuições de milhares de patrocinadores de projetos, gerentes de projetos, acadêmicos, entre outros, se tornou um método genérico em que aspectos como concepção e construção são facilmente integrados ao projeto com o método PRINCE2. Fornece um modelo de processo para o gerenciamento do projeto que é constituído por conjunto de atividades que são necessários para dirigir, gerenciar e entregar um projeto (MURRAY, 2011).

O método PRINCE2 no gerenciamento de projetos é integrado por quatro elementos: **tema** são aspectos descritos do gerenciamento de projeto, sendo tratados constantemente em paralelo ao logo da extensão do projeto, **princípios** que são orientações e boas práticas determinando se o projeto está sendo gerenciado de acordo com o método, **processos** que são etapas percorridas ao logo do ciclo de vida do projeto e **ambiente** do projeto e tem foco em seis objetivos principais: escopo, tempo, custo, qualidade, risco e benefícios, o ambiente descrito pode ser observado na figura 4 (GUIMARAES, 2013).

Figura 4. Ambiente de projeto do PRINCE2.



Fonte: Palmeira, 2013.

Para Guimarães 2013, este possui sete princípios que se não forem seguidos, não é possível considerar um projeto gerenciado através da metodologia PRINCE2, os princípios a serem praticados são:

- **Justificativa contínua do Negócio (*Business Case*):** Para se iniciar um projeto é necessário ter um motivo pelo menos razoável documentado, aprovado e deve manter-se valido durante toda a duração do projeto.
- **Aprender com experiências anteriores:** A equipe busca experiências anteriores, podendo ser dentro ou fora da organização, é importante se a experiência for nova deve ser documentada para ser passada adiante para novos membros ou equipes.
- **Papéis e responsabilidades definidos:** A estrutura do projeto deve ser clara, bem definida para que todos os integrantes da equipe possam compreender.
- **Gerenciamento de exceções:** Todo projeto necessita de limites, como tolerância para atividade, produto, caso ocorra situações fora do limite será levado para superiores, acelerando assim a tomada de decisão e o foco da equipe em atividades mais críticas.

- **Gerenciamento por estágios:** A metodologia PRINCE2 sugere utilizar dois planejamentos para um gerenciamento completo. Um para todo o projeto e o outro para a fase que o projeto se encontra.
- **Foco nos produtos:** Quando se tem um projeto bem-sucedido, não é aconselhável focar nas atividades a serem cumpridas e sim nos produtos, pois o projeto pode vir a ter sérios riscos como mudanças de escopo, insatisfação do cliente, retrabalho, entre outros.
- **Adaptar a metodologia ao contexto do projeto:** Para adaptar a metodologia a um projeto é necessário informações e decisões que está para a gestão de projetos a responsabilidade.

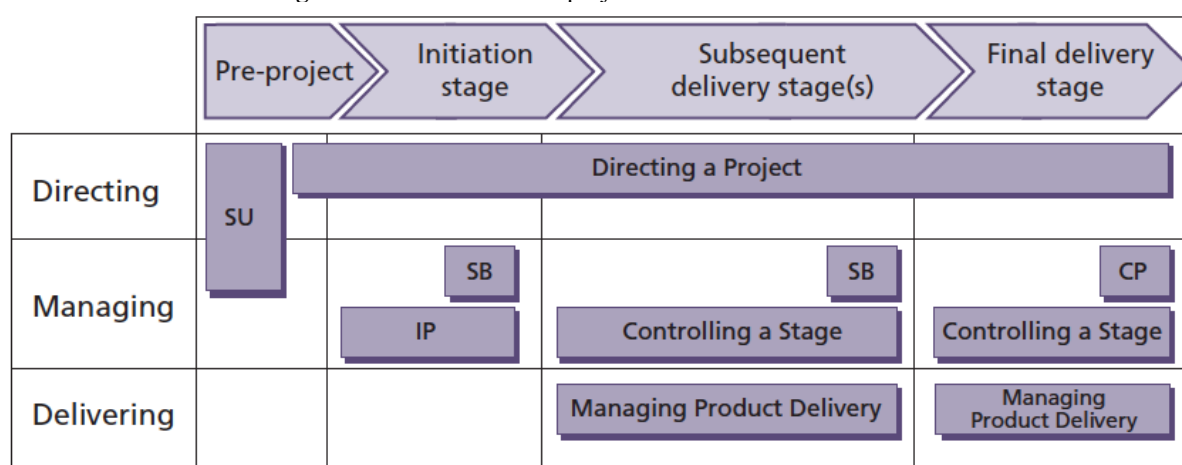
O tema fornece orientações de como o processo dever ser realizado no gerenciamento de projetos, sendo abordado constantemente ao longo do ciclo de vida de um projeto, são sete os temas de acordo com Nogueira (2013):

- **Organização** – Descreve os papéis e suas responsabilidades dos integrantes da equipe de gerenciamento de projetos.
- **Qualidade** - Descreve como o esboço é desenvolvido, de forma que todos os integrantes da equipe entendam os atributos de qualidade que serão entregues ao decorrer do projeto.
- **Business Case** – O porquê do projeto, a justificativa da existência, ideia com potencial para a organização visando à criação do projeto, é revisado e validado para garantir a relevância do projeto.
- **Planos**- Com o objetivo de descrever as fases necessárias para a realização de planos e técnicas que devem ser aplicadas focando na comunicação, controle que serão aplicados ao decorrer do projeto.
- **Risco** – O tema trata de como será gerenciado as incertezas, que podem ocorrer ao longo do projeto.
- **Mudança**- Tema que verifica, controla e valida os impactos de mudanças que podem vir a ocorrer no projeto.
- **Progresso** – Determinar qual a situação do projeto, onde é tomada a decisão e monitoramento da aprovação dos planos e desempenho efetivo.

O PRINCE2 é uma metodologia consistente que é fundamentando em anos de experiências de vários gestores de projetos, gerentes de equipe, pode ser utilizado gratuitamente e além de ter um aprendizado fácil (ANGELO, 2008).

Em oposição do PMBKOK, que é um guia de melhores práticas de gerenciamento de projetos, o PRINCE2 que é uma metodologia, fornece um modelo para o gerenciamento do projeto, formado por um conjunto de estágios necessários para controlar e entregar um projeto, a figura 5 ilustra a relação desses estágios de gerenciamento e os processos do PRINCE2.

Figura 5. Processos de um projeto conduzido com PRINCE2.



Fonte: Athem, 2015.

As etapas, de acordo com BARROS (2016) consistem em *Starting up a Project* que se compõe em evitar que projetos mal concebidos sejam iniciados e garantindo também bom retorno aos investidores em projetos que são certificados no início. A etapa dirigindo o projeto é executada atividades como: autorizar o início e fechamento do projeto, autoriza os planos de estágio e a execução do processo (BARROS, 2016).

A iniciação do projeto descreve as atividades necessárias que o gestor do projeto deve executar para resultar em um projeto com bases sólidas no desenvolvimento. O controle de estágio descreve como o gerente de projetos administra a execução de um projeto, é etapa que é feito a distribuição e divisão do trabalho. O gerenciamento da entrega do produto tem como finalidade a supervisão do gerente de projetos dos trabalhos realizados pela equipe (BARROS, 2016).

A gestão do limite de estágios se compromete em garantir o sucesso da atual fase do projeto, e o último estágio é o fechamento do projeto que visa reconhecer os objetivos traçados no início até o fim e se foram alcançados, atividades como realizando a entrega do produto, avaliar o projeto são executadas nessa fase (BARROS, 2016).

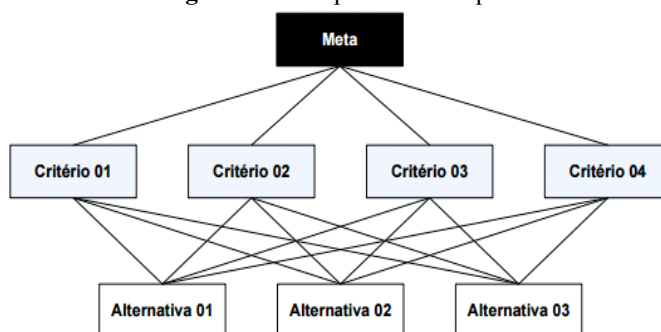
Após explanar sobre o método PRINCE2, é determinante a análise da técnica de tomada de escolha e decisão, abaixo descrita.

2.1.2 Técnica Análise de Multicritério dos Projetos

Desenvolvido por Thomas L. Saaty em 1970, Análise de Multicritério dos Projetos (*Analytic Hierarchy Process*) é uma técnica estruturada para tomada de decisões em diversos ambientes, sendo complexos ou não, onde diferentes critérios e variáveis são considerados para a escolha de uma ou mais soluções, alternativas ou projeto (VARGAS, 2010).

É aplicada em conjunto de um grupo de pessoas na qual tomam decisões, com julgamentos que tem como consequência uma repercussão de longo prazo (BHUSHAN; RAI, 2004). A técnica se consiste em decompor o problema em subproblemas, sendo estes caracterizados com hierarquias e critérios que serão analisados de modo independente, conforme exposto na figura 6. Depois da hierarquia formada são avaliados em pares as alternativas que estão dentro dos critérios (SAATY, 2008).

Figura 6. Exemplo de hierarquia.



Fonte: Vargas, 2010, p. 5

A técnica AHP substitui as comparações empíricas em valores numéricos que são verificados e comparados. Depois das comparações serem feitas e os pesos entre os critérios forem avaliados é calculado a probabilidade numérica da cada alternativa. De acordo com Costa e Nunes (1999), a técnica é constituída por três princípios:

- **Construção hierárquica-** O problema é dividido em níveis hierárquicos, buscando uma melhor avaliação do problema.
- **Priorização-** Os critérios são priorizados para se ter na comparação aos pares a diferença da importância desses critérios.
- **Consistência lógica-** A técnica AHP é capaz de avaliar o modelo de priorização construído.

Na utilização da técnica AHP em um projeto é realizado os seguintes passos (COSTA e NUNES, 1999):

- Definição do objeto de estudo, um problema a ser resolvido, por exemplo, e a caracterização das condições gerais, que definirá a validade para ser encontrar a solução.
- Especificação do objetivo que deseja alcançar.
- Reconhecimento das alternativas viáveis para a escolha da solução.
- Construção da hierarquia levando em conta os critérios relevantes.
- Escolha do grupo de pessoas para a tomada de decisões do desempenho das alternativas de cada critério.
- Definição de ferramentas e métodos para obtenção dos julgamentos dos critérios.
- Avaliação de cada critério e desempenho de cada alternativa, levando em conta que o julgamento é feito a partir de comparações par a par.
- Associação dos resultados obtidos dos julgamentos dos critérios, calculando a prioridade de cada alternativa em relação ao foco principal.
- Análise dos resultados.

De acordo com Grandzol (2005), a técnica AHP é baseada na habilidade humana de julgar problemas diversos e foi aplicado em tomada de decisões de projetos em mais de vinte países, logo para o autor a técnica agrega valores no planejamento de um projeto. O AHP divide o problema a ser resolvido em subproblemas, depois são agregadas as soluções dos subproblemas a uma solução geral, facilitando a tomada de decisão ao organizar julgamentos percepções em uma estrutura que gera um resultado numérico e decisivo.

Para Silva (2007), a técnica busca facilitar e organizar os critérios necessários para a verificação da qualidade do projetista do estudo de caso assim simplificar as análises de gerenciamento de projetos.

Staaty (1991) recomenda uma escala, conforme figura 7, que vai de 1 a 9, contendo a importância de um critério em relação ao outro, como 1 é a indiferença de importância do critério e o 9 a extrema importância do critério sobre outro, é desconsiderado as comparações entre os próprios critérios que é representado com 1 na escala.

Figura 7. Comparações do AHP.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz.

Fonte: Saaty, 1991.

Utilizando-se do exemplo realizado por Vargas (2010), desenvolve-se um modelo de decisão para a organização, sendo que o primeiro passo é especificar quais critérios serão utilizados, como por exemplo o utilizado nos quatro grupos contendo 12 critérios conforme demonstrado na figura 8.

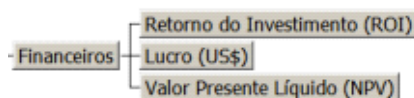
Figura 8. Hierarquia de critérios da organização fictícia.



Fonte: Vargas, 2010, p.7

Depois da confecção da hierarquia, são avaliados os critérios de dois em dois, tendo como visão definir a importância entre eles e o seu peso relativo. Inicialmente especifica o peso relativo dos grupos de critérios determinados anteriormente (figura 9).

Figura 9. Grupo de critérios/ Objetivos iniciais da Organização.



Fonte: Vargas, 2010

A figura 10, representa os pesos relativos entre os critérios determinado pela organização.

Figura 10. Matriz comparativa do grupo de Critérios.

	Retorno de investimento (ROI)	Lucro (US\$)	Valor presente Líquido (NPV)
Retorno de investimento (ROI)	1	1/2	1
Lucro (US\$)	2	1	1
Valor presente Líquido (NPV)	1	1	1

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Para dar os pesos relativos a cada critério, primeiramente normaliza a matriz comparativa anterior, para normalizar é necessário fazer a divisão entre cada valor da planilha com o total da coluna, demonstrado na figura 11.

Figura 11. Matriz comparativa normalizada.

	Retorno de investimento (ROI)	Lucro (US\$)	Valor presente Líquido (NPV)
Retorno de investimento (ROI)	1	1/2	1
Lucro (US\$)	2	1	1
Valor presente Líquido (NPV)	1	1	1
Total	4	2,5	3

Resultado

	Retorno de investimento (ROI)	Lucro (US\$)	Valor presente Líquido (NPV)
Retorno de investimento (ROI)	$1/4 = 0,25$	$0,5/2,5 = 0,2$	$1/3 = 0,33333333$
Lucro (US\$)	$2/4 = 0,5$	$1/2,5 = 0,4$	$1/3 = 0,33333333$
Valor presente Líquido (NPV)	$1/4 = 0,25$	$1/2,5 = 0,4$	$1/3 = 0,33333333$

Fonte: Autor da Obra, 2016.

O cálculo para a determinação de cada critério na meta organizacional é pelo vetor prioridade (vetor Eigen). Este é que apresenta os pesos relativos entre os critérios e é obtido de modo aproximando por meio da média aritmética dos valores de cada critério, como apresentado na figura 12.

Figura 12. Cálculo do vetor prioridade.

	Vetor de Eigen (Cálculo)	Vetor Eigen
Retorno de investimento (ROI)	$[0,25+0,2+0,333]/3=0,26$	0,26=(26,00%)
Lucro (US\$)	$[0,5+0,4+0,333]/3=0,411$	0,411=(41,10%)
Valor presente Líquido (NPV)	$[0,25+0,4+0,333]/3= 0,327$	0,327=(32,70%)

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Os valores encontrados pelo cálculo têm significado direto no AHP, determinando a participação do peso do critério no resultado total da meta. Como exemplo, no caso da organização demonstrada, os critérios de lucro obtiveram peso 41,10 % da meta total.

Depois do cálculo do vetor Eigen é necessário verificar a inconsistência dos dados, o índice de inconsistência é baseado no número principal do Eigen, calculado pelo somatório do produto de cada elemento do vetor prioridade pelo total da respectiva coluna da matriz comparativa como pode ser observado na figura 13.

Figura 13. Cálculo do número principal de Eigen.

Vetor Eigen	0,26	0,411	0,327
Total	4,00	2,50	3,00
Valor Principal Eigen	$[(0,26 \times 4)+(0,411 \times 2,5) + (0,327 \times 3)] = 3,04$		

Fonte: Autor da Obra, 2016.

De acordo com Saaty (2005), o cálculo é representado pela equação apresentada a seguir.

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

Onde, (CI) é o índice de consistência e n é o número de critérios avaliados. Levando em consideração para a exemplificação demonstrada, o índice é definido a seguir.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{3,04 - 3}{3 - 1} = 0,02$$

Para verificar a consistência do índice (CI) Saaty (2005) estabeleceu a taxa de consistência (CR). Sendo determinada pela razão entre o valor do índice de consistência (CI) e o índice de consistência aleatória (RI), a matriz é considerada consistente se a razão for menos que 10 % (VARGAS, 2010).

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \sim 10\%$$

(RI) tem o valor fixo e tem como base o número de critérios avaliados descritos na figura 14.

Figura 14. Índices de consistência aleatória (RI).

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty, 2005

Considerando ainda o exemplo descrito anteriormente, a taxa de consistência para a matriz do grupo inicial de critérios é:

$$CR = \frac{0,02}{0,58} = 0,034 = 3,44\%$$

A relação da consistência deve ser menor que 10% para ser aceitável, indicando que os dados estão coerentes nas avaliações (SAATY, 1980). Logo o resultado obtido foi menor que 10% então a matriz pode ser considerada consistente. O resultado de critérios de prioridade do primeiro nível é considerado:

Figura 15. Resultado da matriz comparativa de critérios para os grupos de critérios.

Retorno de investimento (ROI)	26,00%	
Lucro (US\$)	41,10%	
Valor presente Líquido (NPV)	37,70%	

Fonte: Autor da Obra, 2016.

A análise de decisões é eficiente para a melhoria da qualidade das decisões tomadas em projetos, tendo assim mais chances de sucesso ao longo prazo da empresa. A utilização da técnica AHP é adequada também para situações de maior incerteza e impacto estratégico na organização (OLESKOVICZ, et al., 2013).

Outro recurso utilizado para tomada de decisões é a análise SWOT descrita no subsequente tópico.

2.1.3 Análise SWOT

Análise SWOT ou também denominada análise F.O.F.A em português é uma ferramenta utilizada para análise ambiental, é usada como base para o planejamento e gestão de uma organização. Visa verificar a posição estratégica da empresa no ambiente em questão. De acordo com Nunes; Cardoso; Rodrigues e Eiras (2005) a ferramenta foi fundamentada por

Kenneth Andrews E Roland, considerada simples que pode ser usada tanto para criar um blog ou até mesmo gerenciar uma multinacional.

A sigla SWOT é de origem do idioma inglês, significa um anagrama, S (*Strengths*), W (*Weaknesses*), O (*Opportunities*) e T (*Threats*) (DAYCHOUW, 2007):

- Forças (*Strengths*): São as vantagens internas da organização em relação às concorrentes.
- Fraquezas (*Weaknesses*): São as desvantagens internas da organização em relação às concorrentes.
- Oportunidades (*Opportunities*): São as oportunidades de aspecto externo positivo com intuito de fazer crescer a vantagem competitiva da organização.
- Ameaças (*Threats*): São as ameaças, aspectos externos negativos com potencial de comprometer as vantagens competitivas da organização.

Para Baptista et al. (2011), a análise SWOT tem como objetivo definir estratégias para preservar os pontos fortes presente na organização, diminuir os pontos fracos, aproveitar as oportunidades e proteger-se de ameaças.

Esta análise é dividida em dois ambientes, o interno (forças e fraquezas) que são determinadas pela posição atual da organização, e o ambiente externo (oportunidades e ameaças), que são precipitações do futuro e estão relacionados a fatores externos (figura 16).

Essa forma de análise estratégica vem sendo utilizada com sucesso por empresas privadas de todo o mundo (DAYCHOUW, 2007).

Figura 16. Modelo esquemático da Análise SWOT.

SWOT	AJUDA (Na conquista de objetivos)	ATRAPALHA (Na conquista de objetivos)
AMBIENTE INTERNO (Atributos da organização)	Forças	Fraquezas
AMBIENTE EXTERNO (Atributos do ambiente)	Oportunidades	Ameaças

Fonte: Daychouw, 2007, p.8

Segundo Chiavenato e Sapiro (2003), a finalidade da análise SWOT é fazer o cruzamento dos pontos considerados, a organização com os pontos fortes e fracos de origem interna e as oportunidades e ameaças externas.

Para se usar a técnica de acordo com Montana e Charnov (2005) e Oliveira (2004):

- **Desenvolver uma lista de pessoas e gestores essenciais na organização:** Utilizando a técnica *Brainstorming*, que visa formular ideias possíveis para estratégias da organização, na análise é usado às opiniões das pessoas essenciais da organização, baseando nas suposições de que os objetivos da organização são encontrados nas mentes destas pessoas.
- **Produzir entrevistas individuais:** É levantando todas as informações junto com as pessoas e gestores chaves da organização, onde serão avaliadas as opiniões referentes à organização como oportunidades, ameaças, pontos fracos e pontos fortes.
- **Priorizar as questões:** Nas ideias dos gestores deve priorizar as que têm mais peso sobre as outras, as que têm mais importância, realizando um *feedback* entre todas as pessoas envolvidas.
- **Definir questões chave:** Depois de estruturar as ideias que foram priorizadas, é estabelecido o que deve ser feito, depois da análise é definido as estratégias, com o alvo de aprimorar os objetivos da organização por um determinado período.

Na correlação entre ambiente externo e ambiente interno identificam-se quatro tipos de relações (DAYCHOUW, 2007):

- **Força x Oportunidade (Alavanca)** – Visa maximizar suas forças através das oportunidades, quando há proveito a partir de um conjunto de pontos fortes encontra com uma oportunidade.
- **Fraqueza x Oportunidade (Limitações)** - Quando a organização é impossibilitada de usar a oportunidade devida os prejuízos que os pontos fracos podem causar.
- **Ameaça x Força (Defesa)** – As organizações usam seus pontos fortes para amenizar o potencial de ameaças nas suas produtividades.
- **Ameaça x Fraqueza (Problema)** – Quando a organização fica vulnerável, sem força para reverter à situação, devido os pontos fracos que ela possui.

A figura 17 exemplifica a matriz da ferramenta SOWT, tem-se os cruzamentos dos pontos dos ambientes interno (força e fraqueza) e externo (oportunidade e ameaças).

Figura 17. Exemplo de Matriz SWOT.

<div style="text-align: center;"> <div>Ambiente Interno</div> <div>Ambiente Externo</div> </div>	Ponto Forte A	Ponto Forte B	Ponto Forte C	Ponto Fraco A	Ponto Fraco B	Ponto Fraco C
Oportunidade A	Alavancas			Restrições		
Oportunidade B						
Oportunidade C						
Ameaça A	Defesas			Problemas		
Ameaça B						
Ameaça C						

Fonte: Daychouw (2007, p. 16).

A análise SWOT é uma ferramenta de fácil aplicação e de grande utilidade em organizações, seja privadas ou sociais. Isso é importante, porque lhes oferecem uma visão de suas oportunidades e ameaças, permitindo um aproveitamento das oportunidades e amortização das ameaças ou de adaptação a elas.

Em comparação com a técnica AHP, a análise SWOT é mais simples. Ela não é avaliada de modo quantitativo. Por isso, tem resultados mais subjetivos, carecendo de uma hierarquia para o cruzamento dos elementos. Já os fundamentos que compõe a técnica AHP favorecem o alcance de um resultado mais objetivo.

Depois de expor sobre a Análise SWOT, faz-se necessário a compressão da arquitetura MVC para a continuidade das discussões deste trabalho (detalhes apresentados no próximo tópico).

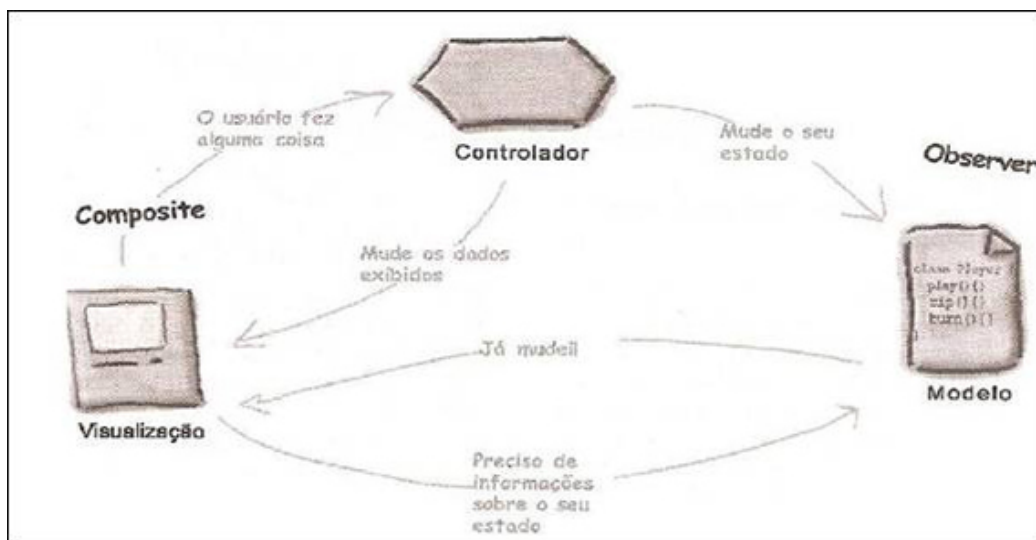
2.1.3 Arquitetura MVC (Model, View e Controller)

Um dos principais objetivos do padrão MVC é o de uma aplicação ter uma organização do código em camadas, tornando os componentes (artefatos de software como classe e objeto) independentes (BALTHAZAR, 2015).

Para ZEMEL(2009) a arquitetura é uma divisão de tarefas em um sistema de software. Assim, com a evolução dos softwares houve uma necessidade de novas abordagens para facilitar a programação, surgindo a divisão de camadas de uma aplicação em escopos e a sua

comunicação seja executada de maneira eficiente. A figura 18 demonstra o fluxo da arquitetura MVC.

Figura 18. Arquitetura MVC.



Fonte: (FREEMAN & FREEMAN, p. 424).

- **Modell** (Modelo): o modelo é o que tem contato com informações salvas e não são mostradas podendo estar em bancos de dados, ou em outros lugares. É no modelo que ocorre a operação CRUD (operações como: ler, registrar, alterar, excluir) (ZEMEL,2009).

- **View** (Visão): a visão é a camada de que será apresentada para o usuário, a qual proporcionará a visualização de respostas e entradas de dados, é representado pelo HTML na aplicação web, exemplos de visão exibidas em uma aplicação: tabelas, botões, formulários (BAPTISTELLA,2015).

-**Controller** (Controle): é responsável por controlar o fluxo do programa, onde estão as regras de negócio. É, ainda, responsável pelo funcionamento da lógica, a qual que deve ser consultada no banco de dados, e exibida para o usuário pelo *controller*, *que tem o papel da dinizador* (ZEMEL,2009).

De acordo com Pares (2011), os objetivos da arquitetura são: ter uma divisão em módulos na aplicação tornando-se mais independente possível, comprimir o custo em manutenções da aplicação, possibilitar o crescimento de funcionalidades sem impactar as já existentes e permitir o reuso de classes em outros módulos da aplicação.

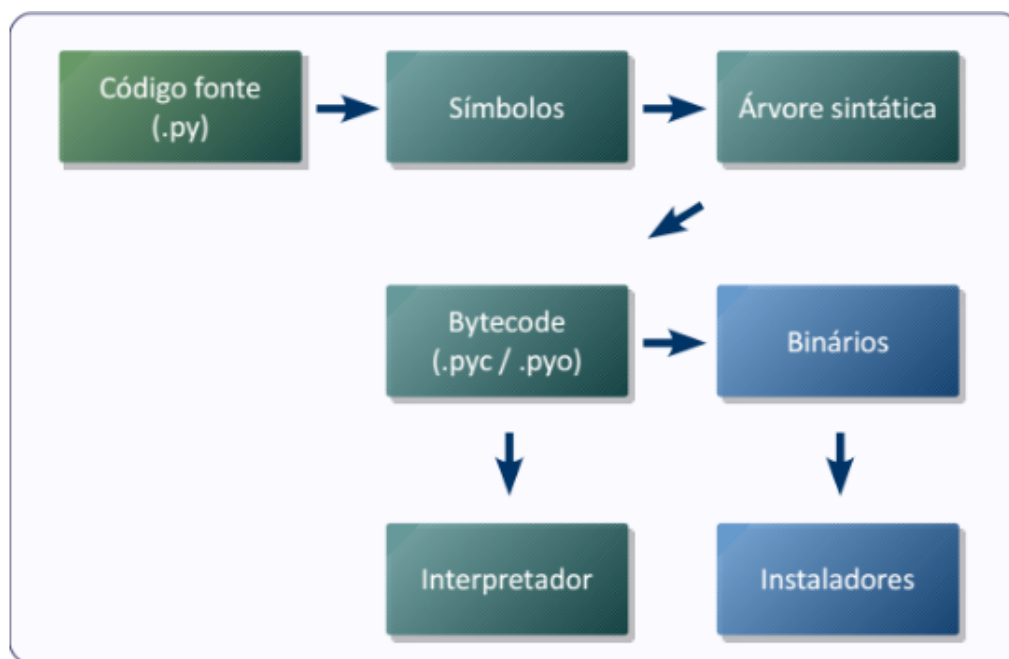
Após ser exposta a arquitetura MVC, definido como padrão de arquitetura para o desenvolvimento juntamente com a linguagem Python que será desenvolvimento no próximo tópico.

2.1.4 Linguagem Python

Projetado por Guido van Rossum em 1990, a linguagem fornece estruturas de dados de alto nível e de fácil aprendizagem. Para operações como manipulações de sequência de valores, geradores de interface gráfica do usuário, a distribuição Python contém uma biblioteca de extensões padrão, sendo escritos em Python e outros em C (SANNER, 2016).

A linguagem Python é de código aberto, ou seja, permite que colaboradores possam modificar o código fonte e compartilhar para uma permanente evolução. Com isso, a linguagem é interpretada, ou seja, não precisa ser compilada (traduzida para uma linguagem da máquina), antes ser lida por outro programa que traduz para a máquina o que o programa quer dizer. Esse programa é chamado de interpretador e, de forma interativo, sendo possível executar sem a necessidade de um script (programa) para ele. Esse recurso permite a disponibilização de interface interativa com a finalidade de inserção dos comandos desejados (Grupo PET-Tele, 2011).

Figura 19. Fluxo compilação do código fonte.



Fonte: Borges, 2010.

A figura 19 demonstra o fluxo da compilação e interpretação de um código fonte. O código é traduzido pelo Python para *bytecode* que é um formato binário com instruções para o interpretado. Após a compilação o interpretador por padrão armazena o *bytecode* em disco para a próxima vez que for necessário executar, não necessite compilar novamente o

programa. Podendo também o interpretador ser utilizado de modo interativo, possibilitando a edição de trechos do código antes da inclusão do mesmo em programas.

De acordo com Beazley (2002) a linguagem Python está se tornando cada vez mais uma linguagem popular com comunidade web devido à vasta gama de biblioteca de códigos que vêm com o sistema ou pode ser adquirido por outros meios; um grande nível de produtividade mantido em grandes projetos; e as várias plataformas que suportam a linguagem.

Pontos que diferem a linguagem Python das demais é a fácil compreensão dos programas escritos, sendo nas outras linguagens, comum o uso excessivo de marcações como ponto e ponto e vírgula e marcadores tornando muitas vezes trabalhoso a compreensão dos programas. Logo em Python o uso desses meios é reduzido, resultando em uma linguagem mais limpa, dando uma melhor compreensão (GRUPO PET –ADS, 2016).

3 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho fez-se uma pesquisa sobre a área da Gestão de Projetos, *frameworks*, modelos e conceitos da ferramenta AHP (*Analytic Hierarchy Process*) utilizadas na área que auxilia no dia a dia o desenvolvimento de projetos. O acesso a essas informações fora obtido através de livros, artigos publicados na internet e sites oficiais sobre os assuntos.

A escolha de desenvolver um sistema web para a técnica AHP foi pela sua simplicidade de entendimento e uso, sendo flexível, podendo ser aplicada em diferentes situações, como em projetos complexos, ou em projetos simples, visto que a técnica é realizada em suma parte em planilhas do Excel, notou-se a necessidade de aprimorar a execução da técnica.

Feitos os estudos bibliográficos, é iniciado o período de desenvolvimento a partir do levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais necessários para a implementação do sistema, para posteriormente construir o diagrama de Caso de Uso e diagrama de Atividades que fora feito utilizando o *software Astah Community*. Realizados o levantamento de requisitos e os diagramas, efetuou-se a modelagem do banco de dados do sistema sendo executada no *software MySQL Workbench*.

Python foi escolhido como linguagem para desenvolver o sistema AHP, pela curva de aprendizagem ser menor, considerada uma linguagem de alto nível e de fácil utilização, possui uma sintaxe concisa e clara, tornando mais produtivo o desenvolvimento de uma aplicação.

Para a implementação do sistema web AHP, foi utilizando a linguagem Python versão 2.7.6 e o servidor Rocket versão 1.2.6, e para o armazenamento dos dados fora utilizado o banco de dados MySQL.

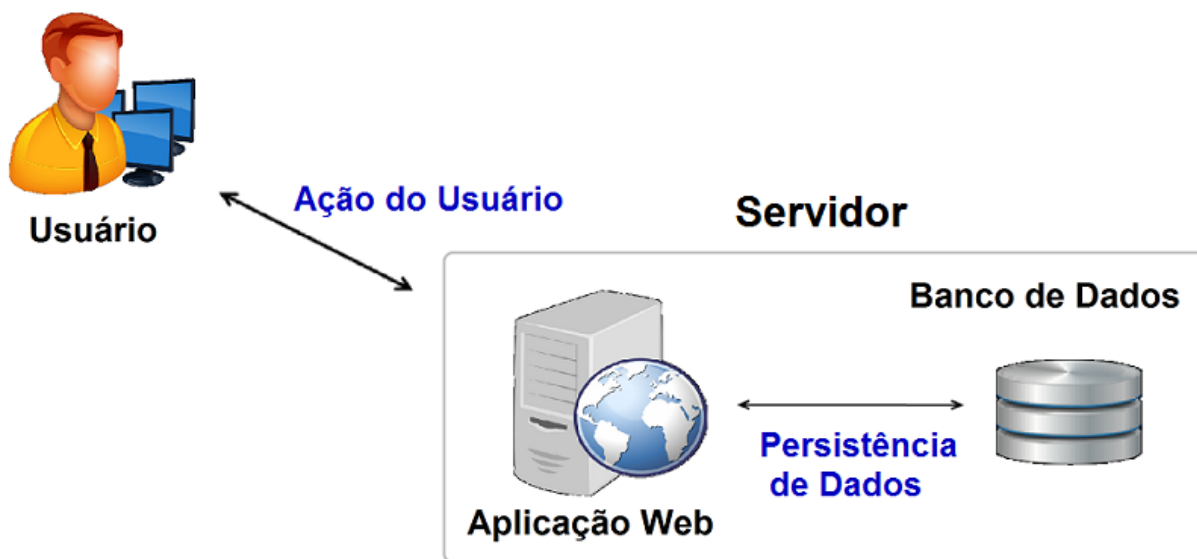
O ambiente utilizado para o desenvolvimento do trabalho fora na Fundação Universidade do Tocantins, no laboratório de *Hardware*. O *notebook* DELL com 8GB de memória e processador Core I5, fora usado como equipamento para a realização do trabalho.

Seguidamente feito à implementação do sistema, iniciou-se a fase de testes, verificando o armazenando correto dos dados no banco de dados e a realização dos cálculos, posteriormente sendo averiguada a autenticidade dos dados obtidos através da aplicação.

4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será descrito as fases do desenvolvimento do trabalho como: levantamento dos requisitos do sistema, modelagem do banco de dados proposta para o sistema AHP, apresentando também os diagramas de caso de uso e de atividade, arquitetura do sistema e apresentando o problema que visa ser solucionada através das funcionalidades que serão demonstradas no tópico implementação web.

Figura 20. Arquitetura Geral do sistema AHP.



Fonte: Autor da Obra, 2016.

A figura 20 é demonstrada a arquitetura do sistema, nota-se que o usuário acessa aplicação via internet que está hospedado em um servidor junto ao banco de dados, às informações e ou mensagens são realizadas através de request/response, no caso o browser solicita um pedido de requisição e o servidor verifica o pedido e retorna à resposta solicitada. O usuário realiza ações no sistema como: cadastro de usuário, login, cadastros de projeto, critérios, alternativas, prioridade dos critérios e prioridade das alternativas em relação aos critérios, a aplicação por sua vez, valida, gerencia e retorna as informações necessárias para o usuário.

Depois de feito a abordagem relacionado a arquitetura do sistema AHP, faz se necessário o levantamento dos requisitos para realizar o desenvolvimento da aplicação, sendo elucidado no subsequente tópico.

4.1 Requisitos do Sistema

A análise de requisitos é a fase onde será identificado e descoberto os objetivos necessários para a produção do sistema, onde serão documentados para depois serem analisados (SILVA, 2010). De acordo com Pressman (2014), a Análise de Requisitos especifica os atributos operacionais do software que será desenvolvido, especifica as limitações e estabelece restrições que o software deve atender.

4.1.2 Requisitos Funcionais

- RF01- O sistema deve permitir o cadastro de usuários;
- RF02- O sistema deve permitir o usuário se autenticar no sistema;
- RF03- O sistema deve permitir que o usuário cadastre projetos;
- RF04- O sistema deve permitir que o usuário cadastre critérios para as alternativas;
- RF05- O sistema deve permitir que o usuário cadastre alternativas para o projeto;
- RF06- O sistema deve permitir que o usuário avalie as alternativas;
- RF07- O sistema deve permitir que o usuário insira pesos entre os critérios;
- RF08- O sistema deve realizar o cálculo de normalização de matriz;
- RF09- O sistema deve realizar o cálculo para obter o vetor Eigen (vetor prioridade);
- RF10- O sistema deve realizar o cálculo para obter a inconsistência dos dados;
- RF11- O sistema deve realizar o cálculo do índice de consistência;
- RF12- O sistema deve realizar o cálculo da taxa de consistência;
- RF13- O sistema deve realizar o cálculo da prioridade composta para a alternativa;
- RF14- O sistema deve exibir os resultados em gráfico pizza.
- RF15- Para inserir os pesos dos critérios deve ter pelo menos 3 critérios cadastrados no sistema.
- RF16- Para inserir os pesos das alternativas sobre um critério deve ter o cadastro de pelo menos 3 alternativas e 3 critérios cadastrados.
- RF17- Para avaliar as alternativas é necessário que insira os pesos dos critérios, e das alternativas.

4.1.3 Requisitos Não Funcionais

- RNF01- O sistema deve possuir segurança para evitar o uso por pessoas não cadastradas no sistema;

RFN02- O sistema deve registrar no banco de dados todos os cadastros realizados no sistema;

RFN03- O sistema deve utilizar a linguagem Python;

RFN04- O sistema deve utilizar o banco de dados MySQL;

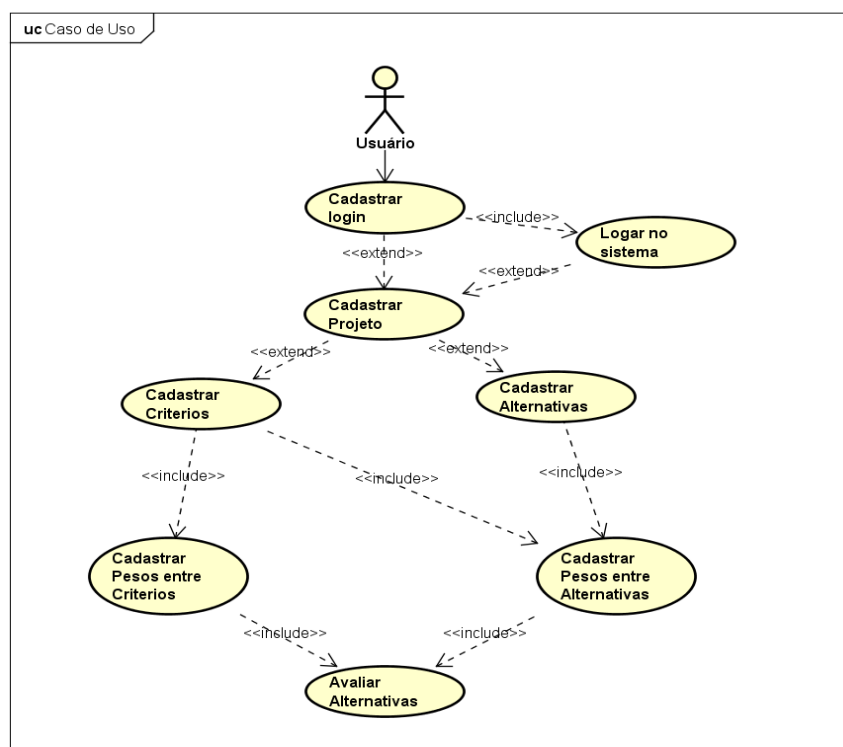
RFN05- O sistema deve ter uma interface de fácil interação com o usuário.

4.2 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso descreve as principais funções que o ator pode realizar no sistema, não adentrando em detalhes técnicos o diagrama é utilizado para validar as funcionalidades de acordo com o ponto de vista do cliente.

De acordo com os requisitos levantados e analisados do sistema, o ator responsável por executar as funcionalidades presentes na aplicação é o ator “Usuário”. Na figura 21 é apresentado o diagrama de caso de uso para o sistema AHP.

Figura 21. Diagrama de Caso de Uso.



powered by Astah

Fonte: Autor da Obra,2016

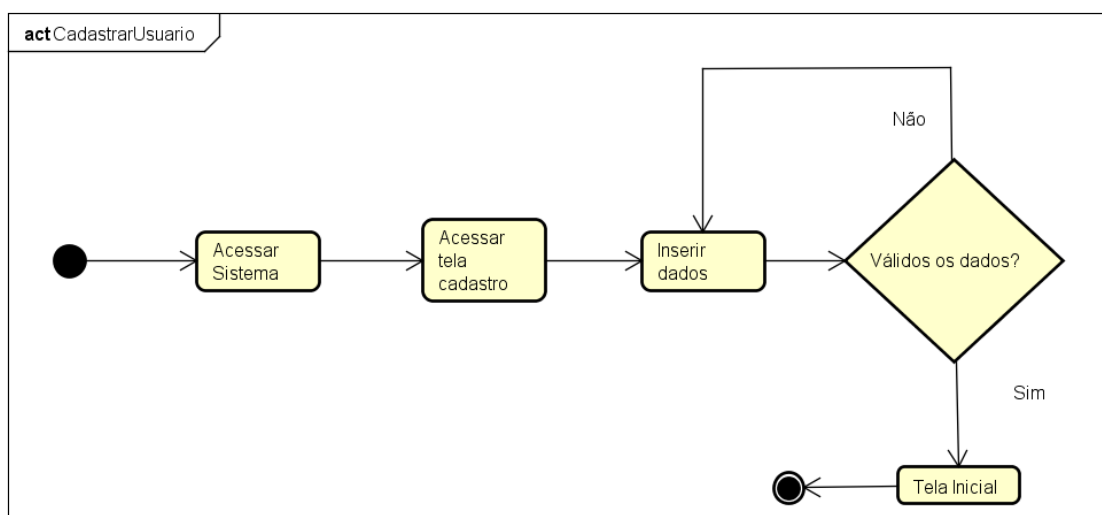
O ator executa a funcionalidade cadastrar login, se possuir cadastro executa a função de logar no sistema, após autenticação, ele cadastra um projeto, um critério e ou alternativa,

cadastrar os pesos dos critérios e os pesos entre as alternativas em relação aos critérios e para finalizar executa função de avaliar as alternativas. O detalhamento dos casos de uso está em APÊNDICE.

4.3 Diagrama de Atividades

O diagrama de atividade demonstra o fluxo de controle de uma atividade para outra executada pelo ator ou pelo sistema, podendo ocorrer fluxos simultâneos ou alternativos, sendo de grande importância para distinguir as relações de uma atividade com outra no sistema. O diagrama de atividade da figura 22, demonstra o fluxo de atividades necessárias para o cadastro do usuário ser efetivado com sucesso.

Figura 22. Diagrama de Atividade Cadastrar Usuário.

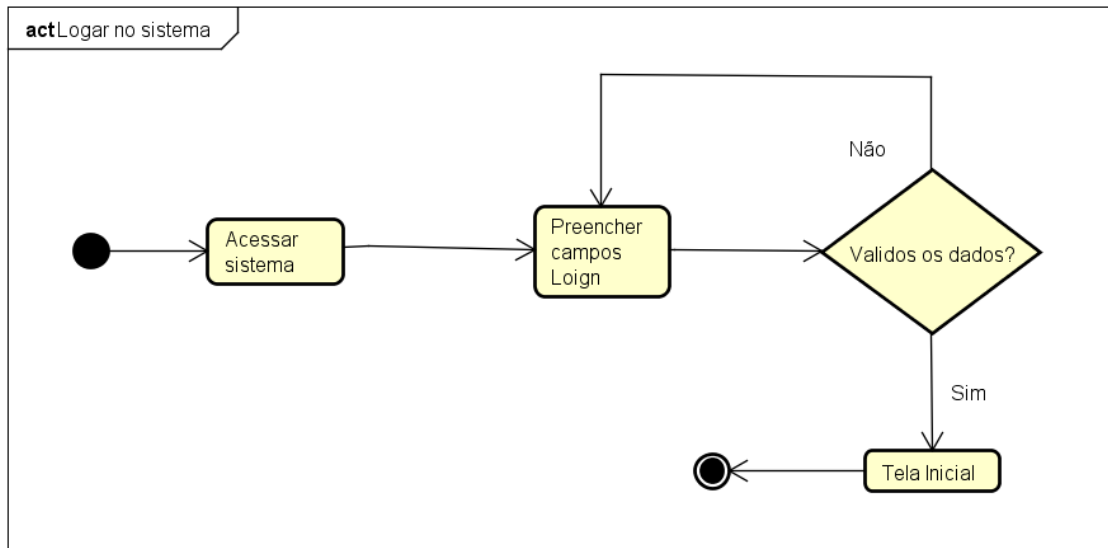


powered by Astah

Fonte: Autor da Obra, 2016.

No diagrama de atividades da figura 23 é demonstrada a sucessão de passos necessários para a autenticação do usuário no sistema, observando que a sequência desempenha uma atividade condicional, sendo designada por determinar a atividade correta ao sistema realizar de acordo com a situação proposta.

Figura 23. Diagrama de Atividade Logar no sistema.

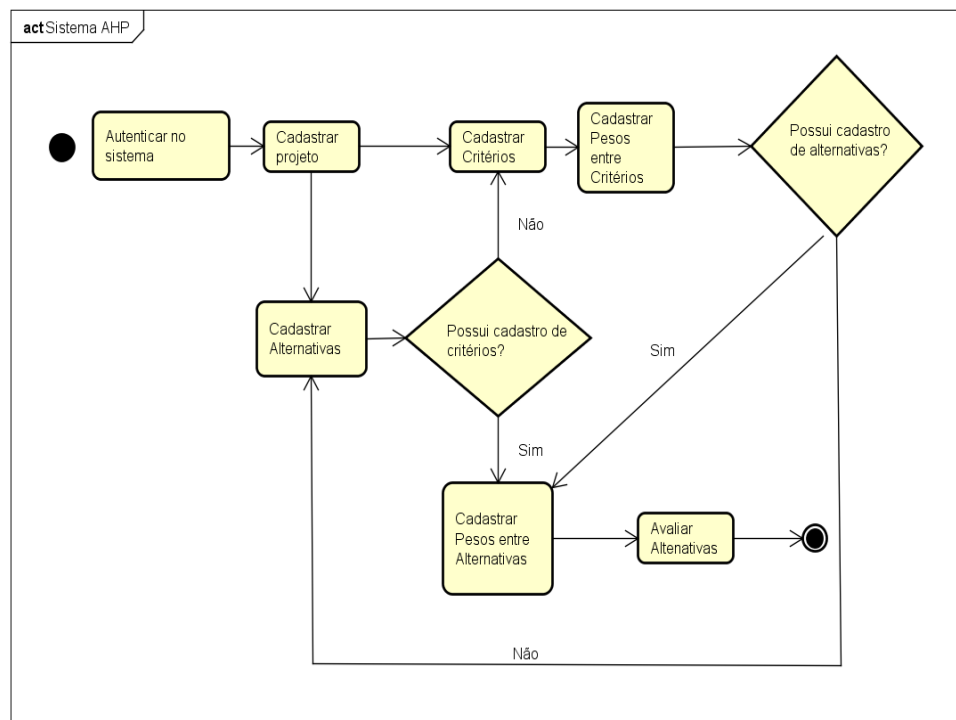


powered by Astah

Fonte: Autor da Obra, 2016

Na figura 24, é possível observar no diagrama de atividades que o fluxo para necessário para avaliar uma alternativa é representado por procedimentos condicionais, com a necessidade de o usuário já ter cadastrado alternativas, critérios, pesos entre critérios e pesos entre alternativas para pode obter uma solução do sistema.

Figura 24. Diagrama de Atividade Sistema AHP.



powered by Astah

Fonte: Autor da Obra, 2016

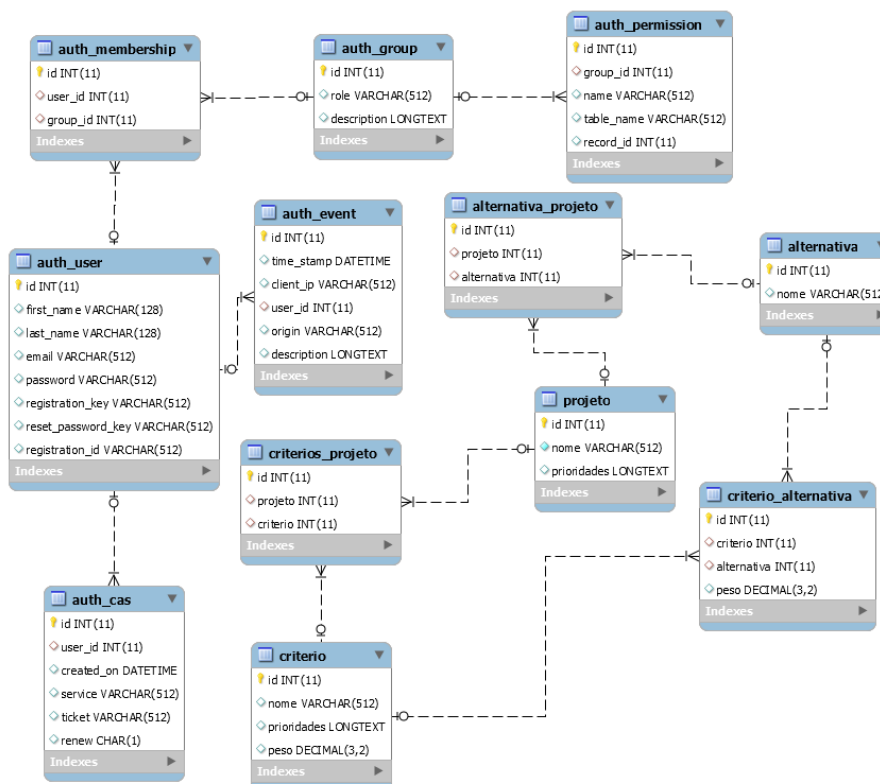
Com os diagramas de atividades demonstrados, é permitido ter o entendimento das etapas de atividades essenciais e condições que devem ser respondidos para que a atividade final possa ser concluída e que possa também atingir objetivos precisos dentro do sistema.

4.4 Modelagem do Banco de Dados

O banco de dados gerado para o sistema web AHP, produzido por meio da ferramenta MySQL, visa atender o armazenamento dos dados de cadastro do usuário, as alternativas, critérios, projeto juntamente com os pesos dos critérios e alternativas. Na figura 25 é demonstrado o diagrama do banco de dados, observando a modelagem é possível notar que o banco de dados é composto por doze tabelas, responsáveis pelo armazenamento e a manutenção da lógica dos dados.

A estrutura do banco de dados permite que o usuário cadastre um projeto que possui relação com os critérios, este por sua vez mantém também relacionamento com alternativas. As tabelas *auth_user*, *auth_group*, *auth_event*, *auth_membership*, *auth_permission*, *auth_cas*, são responsáveis pelo armazenamento do cadastro do usuário, gerencia de perfil e permissões ao sistema.

Figura 25. Modelagem do Banco de Dados.



Fonte: Autor da Obra, 2016.

Na tabela *projeto* é armazenado o nome do projeto e as prioridades dos critérios selecionadas pelo usuário, na tabela *critérios_projeto* é armazenado o *id* do projeto e o *id* dos critérios. Na tabela *critério* é registrado o *nome* do critério, o *peso* final, e os valores (*prioridades*) selecionados nas comparações de critérios. A tabela *alternativa* é responsável por registrar o *nome* da alternativa inserido pelo usuário. A tabela *critério_alternativa* salva o *id* do critério, *id* da alternativa e o *peso* final de cada comparação feita entre as alternativas em relação ao critério. A tabela *alternativa_projeto* é responsável por armazenar o *id* do projeto juntamente com o *id* da alternativa.

4.5 Implementação

Deste momento em diante serão expostos e descritos elementos que se atrelam a implementação realizada no trabalho, e que fundamenta em um sistema web para tomada de decisões simples ou complexas. O processo tem início a partir do cadastro de um projeto, seus critérios e suas alternativas para a resolução do problema. Após o cadastro é feito a inserção dos pesos (*prioridades*) entre cada critério e alternativa.

As informações inseridas são armazenadas no banco de dados do sistema, com os dados cadastrados é possível o sistema realizar os cálculos necessários para apresentar a alternativa mais relevante para o projeto.

4.5.1 Implementação Web

Na implementação da aplicação web, para a criação, edição e exclusão dos campos como projeto, critérios, alternativas, pesos entre critérios e pesos das alternativas entre cada critério, foi utilizado um API “CRUD” que cria um SQLFORM e que juntamente com a criação é feito o processamento, notificação e redirecionamento do formulário. O código utilizado para o cadastro do projeto é demonstrado na figura 26.

Figura 26. Cadastrar Projeto.

```
def index():
    form = crud.create(db.projeto )
    links = [lambda row: A(T('Open'),
                        _class='button btn btn-default',
                        _href=URL("projeto",
                                vars=dict(projeto=row.id)))]
    grade = SQLFORM.grid(db.projeto, searchable=False, details=False, create=False, links=links, csv=False, )
    return dict(form=form, grade=grade)
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

O método `<index>` criada na *Controller* `<default.py>` é realizado o cadastro do projeto através do `<form= crud.create(db.projeto)>` exibindo um formulário para o usuário com os campos da tabela ‘projeto’. Os parâmetros passados recebidos pela variável `<grade>` servem para a criação de uma tabela com os projetos cadastrados com a opção de abrir, editar e excluir. A variável `<links>` recebe o parâmetro para criação do botão “Abrir” para cada linha da tabela, ao ser selecionado é direcionando para a página do projeto cadastrado, a tela do sistema correspondente ao código é demonstrada na figura 27.

Figura 27. Tela Cadastrar Projeto.

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Na tela do projeto é possível cadastrar critérios onde o método utilizado é exposto na figura 28.

Figura 28. Cadastrar Critério.

```
form_critérios = crud.create(db.criterio)
if form_critérios.process().accepted:
    db.criterios_projeto.insert(projeto=id_projeto, criterio=form_critérios.vars.id)
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

O método `<form_critérios = crud.create(db.criterio)>` é responsável por exibir o formulário dos campos da tabela ‘criterio’, e a condição `<if form_critérios.process().accepted>` é encarregada de, se o dado for cadastrado com sucesso é inserido na tabela do ‘criterios_projeto’, o ‘id’ do critério e ‘id’ do projeto cadastrado, a tela do sistema correspondente ao código é demonstrado na figura 29.

Figura 29. Tela Cadastro Critérios.

Id	Nome	Peso
1	Critério 1	0.14
2	Critério 2	0.49
3	Critério 3	0.37

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Para o cadastro da alternativa foi utilizado o método `<form_alternativas = crud.create(db.alternativa) >`, sendo exibido o formulário dos campos da tabela 'alternativa'. Já a variável 'consulta_alternativa' realiza uma consulta que recebe o id do projeto e o id da alternativa, a condição `<if form_alternativas.process().accepted>` que é responsável por, se o cadastro do dado for feito com sucesso é inserido na tabela 'alternativa_projeto' o 'id' da alternativa e o 'id' do projeto, após a condição é criado uma tabela exibindo as alternativas cadastradas com a opção de edição e exclusão, o código é demonstrado na figura 30.

Figura 30. Cadastrar Alternativa.

```
form_alternativas = crud.create(db.alternativa)
consulta_alternativas = (db.alternativa_projeto.projeto == id_projeto) & \
    (db.alternativa_projeto.alternativa == db.alternativa.id)

if form_alternativas.process().accepted:
    db.alternativa_projeto.insert(alternativa=form_alternativas.vars.id, projeto=id_projeto)
grade_alternativas = SQLFORM.grid(consulta_alternativas, fields=[db.alternativa.nome], details=False,
    searchable=False, csv=False, create=False)
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

A tela do sistema correspondente ao código é demonstrada na figura 31.

Figura 31. Tela Cadastrar Alternativas.

Id	Nome	Peso
1	Critério 1	0.14
2	Critério 2	0.49
3	Critério 3	0.37

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Para realizar a seleção das prioridades em cada critério foi criado o método ‘pesos_criterio’ demonstrado pela figura 32.

Figura 32. Método Pesos Critérios.

```
def pesos_criterios():
    id_projeto = request.vars['projeto'] or redirect(URL('projeto'))
    response.title = 'Calcular pesos critérios'
    ahp = PesosAHP(id_projeto)
    form = ahp.formulario()
    form.add_button('Voltar', URL('default', 'projeto', vars=dict(projeto=id_projeto)))

    if form.process().accepted:
        ahp.ahp(form)
        if ahp.consistente:
            ahp.atualizaDB()
            form = ahp.formulario()
            response.flash = T('Dados aceitos')
        else:
            response.flash = 'Dados inconsistentes'

    tabela = ahp.tabela(completa=True)
    return dict(form=form, tabela=tabela)
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

No método pesos_criterios é requisitado o id do projeto passado ao clicar no botão “Abrir” exibido nas tabelas de projetos, a variável *<ahp>* que recebe a classe ‘PesosAHP’, que acessa o método ‘formulario’. Por meio desse método é exibido para o usuário o formulário com as comboBox e as opções das prioridades cadastrados de modo estático para ser selecionado.

Se os dados forem selecionados corretamente é chamado o método ‘consistente’ em uma condição *<if ahp.consistente>*, no qual se as prioridades escolhidas para cada critério forem consistentes, é chamado o método *<ahp.atualizaDB>* e o sistema exibe mensagem ‘Dados aceitos’. Ainda a variável ‘tabela’ recebe o acesso ao método ‘tabela’, exibindo para o usuário a tabela com os pesos inseridos já normalizados e os cálculos de soma e eigen.

Para selecionar as prioridades das alternativas em relação a cada critério foi feito através do método ‘alternativa’, na figura 33 é exibido o código do método.

Figura 33. Método pesos Alternativas.

```
def alternativa():
    id_criterio = int(request.vars['criterio'])
    id_projeto = request.vars['projeto'] or redirect(URL('index'))

    consulta = db(db.criterio.id==id_criterio).select(db.criterio.nome).first()
    response.title = consulta.nome
    mensagem = "Defina as prioridades de cada alternativa, considerando o critério %" %(response.title)

    ahp = Critério(id_criterio)
    form = ahp.formulario()
    form.add_button('Voltar', URL('default', 'projeto', vars=dict(projeto=id_projeto)))
    if form.process().accepted:
        ahp.ahp(form)
        if ahp.consistente:
            ahp.atualizaDB()
        else:
            response.flash = 'Dados inconsistentes'

    tabela = ahp.tabela(completa=True) # mostrar a tabela completa
    filtro = (db.criterio_alternativa.criterio == id_criterio) & (db.alternativa.id == db.criterio_alternativa.alternativa)
    campos = [db.criterio_alternativa.id, db.criterio_alternativa.peso, db.alternativa.nome]
    grade = SQLFORM.grid(filtro, fields = campos, details=False, csv = False, searchable=False, create= False)
    consistente = "Prioridades consistentes" if ahp.consistente else "Prioridades não consistentes"
    return dict(form=form, mensagem=mensagem, grade = grade, ahp=ahp, consistente=consistente, tabela=tabela)
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

No método ‘alternativa’, é requisitado o id do critério e o id do projeto, para posteriormente realizar uma consulta no banco para selecionar o nome do critério. A variável ‘ahp’ recebe a classe ‘Critério’, que acessa o método ‘formulario’, exibindo para o usuário o formulário com as comboBox e as opções das prioridades para selecionar. Se os dados forem selecionados corretamente é chamado o método ‘consistente’ em uma condição *<if ahp.consistente>*, se os pesos escolhidos para as alternativas forem consistentes, é chamado o método *<ahp.atualizaDB>* e o sistema exibe mensagem ‘Dados aceitos’ se não for consistente exibe a mensagem ‘Dados inconsistentes’.

A variável *<tabela>* recebe o acesso ao método ‘tabela’, exibindo para o usuário a tabela com os pesos inseridos já normalizados e os cálculos de soma e eigen. A variável *<grade>* tem os parâmetros para a criação de uma tabela com o id e nome da alternativa juntamente com as funções de editar e excluir.

No método ‘soma_coluna’ é feito a soma dos pesos dos critérios ou alternativa armazenada na variável ‘qtd.subcritérios’, de cada coluna, segue figura 34 com o código.

Figura 34. Calcula soma.

```
def soma_coluna(self):
    # soma coluna da matriz
    return [float(sum([self.matriz[col][lin] for col in range(self.qtd_subcritérios)])) for lin in range(self.qtd_subcritérios)]
```

Fonte: Autor da obra, 2016.

A figura 35 é demonstrada o método ‘normaliza_matriz’ que é feito após a soma das colunas, o método obtém o valor do peso da posição obtido pela variável ‘qtd.subcritérios’ e divide pelo total da soma da coluna.

Figura 35. Método normaliza matriz.

```
def normaliza_matriz(self):
    return [[self.matriz[x][y] / self.soma[y] for y in range(self.qtd_subcritérios)] for x in range(self.qtd_subcritérios)]
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Após a normalização da matriz é feito o cálculo do vetor Eigen, obtido através da média aritmética, o método responsável é o ‘calcula_eigen’ demonstrado na figura 36, somando os valores da linha da matriz normalizada através da função ‘sum’, e é dividido pela quantidade de critérios ou alternativas.

Figura 36. Método do Cálculo do vetor de Eigen.

```
def calcula_eigen(self):  
    return [sum(linha) / self.qtd_subcriterios for linha in self.matriz_norm]
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Para realizar o cálculo da consistência dos dados é necessário obter o valor principal de Eigen que é feito através do cálculo da figura 37, a variável 'soma_eigen' recebe a função 'map' que aplica a função 'lambda' em cada elemento do vetor, que por sua vez recebe os valores de x e y, onde x é o valor da soma da coluna dos critérios ou alternativas e y é o valor do cálculo de Eigen, e retorna em uma matriz o resultado de x*y e por final a variável 'principal_eigen' recebe a soma da matriz Eigen.

Figura 37. Cálculo principal de Eigen e cálculo de consistência.

```
soma_eigen = map(lambda x, y: x * y, self.soma, self.eigen)  
principal_eigen = sum(soma_eigen)  
  
ci = (principal_eigen - self.qtd_subcriterios) / (self.qtd_subcriterios - 1)  
self.cr = ci / tabela_ri[self.qtd_subcriterios - 1]  
self.consistente = self.cr < 0.1
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

O cálculo da consistência é recebido pela variável 'ci', onde é subtraído o valor principal de Eigen pelo número de critérios ou alternativas avaliadas e dividido pela subtração de número de critérios ou alternativas por 1 (um). Para verificar a consistência do índice (CI) é feito o cálculo recebido pela variável 'cr', que subtrai o valor da consistência do índice pela quantidade de critérios. Se o valor for menor que 0,1 a tabela é consistente.

E para finalizar foi feito o cálculo de prioridade composta para concluir a etapa de classificação da melhor alternativa, o cálculo se dá pela multiplicação da matriz de pesos das alternativas em relação aos critérios e a matriz de pesos dos critérios, demonstrado na figura 38.

Figura 38. Cálculo para prioridade composta.

```
peso = round(reduce(lambda x,y: x+y, map(lambda x,y: x*y, lista, pesos_criterios)), 3)
```

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Uma vez apresentados os aspectos da implementação, a seguir serão apresentados o teste do software.

4.6 Teste de Software

Neste tópico serão abordados os testes necessários para analisar os resultados, posteriormente se estão de acordo com a solução aguardada. O desenvolvimento da aplicação que envolve um sistema web foi essencial para atender os objetivos propostos na realização do projeto.

Para realizar o teste da aplicação, foram cadastrados todos os campos estabelecidos no sistema e verificado se os registros especificados nos formulários estão armazenados corretamente na base de dados. Conforme a figura 39 e 40 verifica-se que todos os campos informados foram devidamente armazenados.

Figura 39. Armazenamento nas tabelas projeto, alternativa e critério.

Tabela "projeto"			
	id ▲	nome	prioridades
▶	1	projeto 1	5 2 1

Tabela "alternativa"		
	id ▲	nome
▶	1	Alternativa 1
	2	Alternativa 2
	3	Alternativa 3

Tabela "critério"				
	id ▲	nome	prioridades	peso
▶	1	Critério 1	3 7 1	0.14
	2	Critério 2	1 7 5	0.49
	3	Critério 3	5 7 2	0.37

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Como teste foi cadastrado um projeto com nome “projeto 1” e a inserção das prioridades (5,2,1) selecionadas pelo usuário. No cadastro das alternativas: Alternativa 1, Alternativa 2 e Alternativa 3, e no cadastro dos critérios: Critério 1, Critério 2, Critério 3, juntamente com seleção feita das prioridades das alternativas em relação ao critério e o peso pós cálculos.

Figura 40. Armazenamento nas tabelas, critério_alternativo, projeto_critério e alternativa projeto.

Tabela "critério_alternativa"

	id ▲	critério	alternativa	peso
▶	1	1	1	0.10
	2	2	1	0.12
	3	3	1	0.08
	4	1	2	0.39
	5	2	2	0.13
	6	3	2	0.33
	7	1	3	0.51
	8	2	3	0.75
	9	3	3	0.59

Tabela "projeto_critério"

	id ▲	projeto	critério
▶	1	1	1
	2	1	2
	3	1	3

Tabela "alternativa_projeto"

	id ▲	projeto	alternativa
▶	1	1	1
	2	1	2
	3	1	3

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Na tabela, o critério-projeto está armazenando os ids das comparações de alternativas em relação a um critério, e os pesos pós-cálculos. Na tabela projeto_critério está armazenando o id de todos os projetos criados e o id de todos os critérios criados e pôr fim a tabela alternativa_projeto armazena o id do projeto e todas as alternativas cadastradas, provando assim que os cadastros necessários estão sendo armazenados corretamente.

5 RESULTADOS

O desenvolvimento da aplicação contemplou corretamente as funções de cadastrar projetos, critérios, alternativas e prioridades, realizou os cálculos de soma dos pesos das colunas da matriz, normalização da matriz, vetor Eigen, cálculo principal de Eigen, consistência da matriz e prioridade composta também de forma correta.

Utilizando a planilha Excel, sistema utilizando normalmente para realizar o método AHP, foi feito os cálculos que abrange o sistema, com as prioridades inseridas na aplicação, assim certificando a autenticidade dos resultados obtidos no processo do sistema AHP, sendo demonstradas somente as telas de pesos critérios, pesos de alternativas em relação ao critério: Critério 1 e a tela de prioridade composta. A comparação para os critérios: Critério 2 e Critério 3 não serão demonstrados por ser o mesmo procedimento da comparação do Critério 1.

Na figura 41 é possível observar na aplicação a tabela com os pesos dos critérios inseridos, os cálculos de normalização, de soma e vetor Eigen.

Figura 41. Tela Pesos Critérios.

Principal Bem-vindo Mariana

Importância de Critério 2 sobre Critério 1

(5)Grande

Importância de Critério 3 sobre Critério 1

(2)Intermediário

Importância de Critério 3 sobre Critério 2

(1)Igual

Enviar

Voltar

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	0.2	0.5
Critério 2	5	1	1.0
Critério 3	2	1	1

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	eigen
Critério 1	0.125	0.0909090909091	0.2	0.138636363636
Critério 2	0.625	0.454545454545	0.4	0.493181818182
Critério 3	0.25	0.454545454545	0.4	0.368181818182
Soma	8.0	2.2	2.5	

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Para uma melhor verificação dos resultados, conforme já mencionado, fora criada tabela em planilha Excel utilizando as fórmulas que ela fornece, realizando os mesmos cálculos, de soma, normalização, vetor Eigen feito na aplicação, e podendo comprovar que os valores são similares, conforme figura 42.

Figura 42. Tabela Pesos Critérios Excel.

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	
Critério 1	1,0	0,2	0,5	
Critério 2	5,0	1,0	1,0	
Critério 3	2,0	1,0	1,0	
Soma	8,0	2,2	2,5	
Tabela Normalizada				
	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Vetor Eigen
Critério 1	1/8= 0,125	0,2/2,2=0,090	0,5/2,5= 0,2	[0,125+0,909+0,2]/3= 0,138
Critério 2	5/8=0,625	1/2,2= 0,454	1/2,5=0,4	[0,625+0,454+0,4]/3= 0,493
Critério 3	2/8=0,25	1/2,2=0,454	1/2,5=0,4	[0,25+0,454+0,4]/3= 0,368

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Ainda, quanto ao formulário foi necessário trabalhar as alternativas em relação ao critério: Critério1, realizando os mesmos cálculos feitos na tela dos pesos dos critérios, sendo exibido na figura 43. É exibida também tabela com as alternativas cadastradas e o peso final em relação ao Critério 1.

Figura 43. Tela Pesos Alternativas em relação Critério 1.

Principal
 Bem-vindo Mariana

Defina as prioridades de cada alternativa, considerando o critério Critério 1

Importância de Alternativa 2 sobre Alternativa 1
 (3)Pequena

Importância de Alternativa 3 sobre Alternativa 1
 (7)Muito Grande

Importância de Alternativa 3 sobre Alternativa 2
 (1)Igual

Enviar Voltar

Prioridades consistentes
 3 registros encontrados

Id	Peso	Nome	
1	0.10	Alternativa 1	Editar Delete
4	0.39	Alternativa 2	Editar Delete
7	0.51	Alternativa 3	Editar Delete

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	0.2	0.5
Critério 2	5	1	1.0
Critério 3	2	1	1

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	eigen
Alternativa 1	0.0909090909091	0.142857142857	0.0666666666667	0.100144300144
Alternativa 2	0.272727272727	0.428571428571	0.466666666667	0.389321789322
Alternativa 3	0.636363636364	0.428571428571	0.466666666667	0.510533910534
Soma	11.0	2.33333333333	2.14285714286	

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Todos os dados foram comparados, realizados na planilha Excel, como demonstra a figura 44, verificando os cálculos de soma, normalização e vetor Eigen, comprovando a similaridade de valores da aplicação.

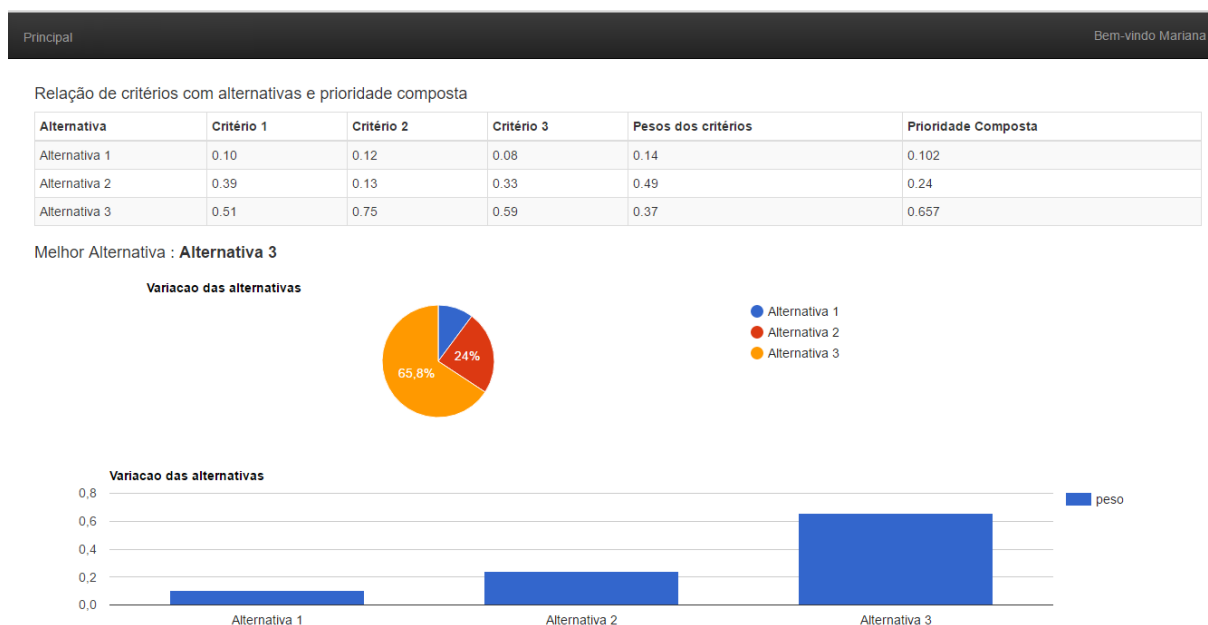
Figura 44. Tabela Pesos Alternativas em relação ao Critério 1.

	Tabela Pesos Alternativas em relação ao Critério1			
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	
Alternativa 1	1,00	0,33	0,14	
Alternativa 2	3,00	1,00	1,00	
Alternativa 3	7,00	1,00	1,00	
Soma	11,00	2,33	2,14	
	Tabela Normalizada Alternativas em relação Critério 1			
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vetor Eigen
Alternativa 1	1/9= 0,0909	0,33/2,33=0,142	0,14/2,14=0,066	[0,0909+0,142+0,066]/3=0,10
Alternativa 2	3/11= 0,272	1/2,33=0,428	1/2,14=0,466	[0,272+0,428+0,466]/3=0,38
Alternativa 3	07/11=0,636	1/2,33=0,428	1/2,14=0,466	[0,636+0,428+0,466]/3=0,51

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Por fim, é demonstrado o cálculo da prioridade composta feito na aplicação, obtido através da relação da matriz de pesos das alternativas com a matriz de pesos dos critérios na figura 45 o que corresponde ao valor obtido por meio dos cálculos na planilha. O gráfico pizza converte a prioridade composta em porcentagem, e o gráfico coluna exibe a variação das alternativas em relação à prioridade composta.

Figura 45. Tela Prioridade Composta.



Fonte: Autor da Obra, 2016.

Para comprovar os valores obtidos pela tabela de prioridade desenvolvida na aplicação, são exibidos na figura 46 os mesmos cálculos realizados na planilha Excel.

Figura 46. Tabela Prioridade Composta Excel.

Prioridade Composta					
	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Pesos Critérios	Prioridade Composta
Alternativa 1	0,10	0,12	0,08	0,14	$(0,10 \times 0,14) + (0,12 \times 0,49) + (0,08 \times 0,37) = 0,102$
Alternativa 2	0,39	0,13	0,33	0,49	$(0,39 \times 0,14) + (0,13 \times 0,49) + (0,33 \times 0,37) = 0,24$
Alternativa 3	0,51	0,75	0,59	0,37	$(0,51 \times 0,14) + (0,75 \times 0,49) + (0,59 \times 0,37) = 0,657$

Fonte: Autor da Obra, 2016.

Conclui-se, de fato, que os cálculos realizados na aplicação epigrafada em comparação aos da planilha Excel estão corretos. Logo, há a afirmação da alternativa para o projeto. Aos testes realizados, o sistema se mostrou eficiente em executar os mesmos fluxos da técnica de modo otimizado. Em tese, esse resultado mostrou ao usuário que não é necessário ter conhecimento profundo de sua técnica para sua execução prática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos estudos e pesquisas bibliográficas realizados no âmbito da gestão de projetos, compreendeu-se o funcionamento da técnica Análise de Multicritério dos Projetos (*Analytic Hierarchy Process*) que visa auxiliar gestores na tomada de decisões, propondo uma inovação para a execução da técnica e suprimindo a necessidade do usuário. Após destrinchar a técnica foi realizado o levantamento dos requisitos da aplicação que facilitou a visibilidade das funções necessárias para o desenvolvimento, viabilizando ainda, por meio das informações levantadas: a criação do diagrama de caso de uso com seus fluxos, diagrama de atividade e a modelagem do banco de dados. Sendo estas, fases fundamentais para a construção de uma aplicação.

A aplicação desenvolvida atendeu as necessidades e objetivos estabelecidos, mostrando-se útil ao cadastrar as informações de critérios, alternativas, prioridades dos critérios, prioridade das alternativas em relação aos critérios e salvá-las no banco de dados, e realizando os cálculos para a mensuração da melhor alternativa diante de um determinado problema ou projeto, porém os testes realizados foram feitos somente em nível de implementação, os testes com usuários externos não foram realizados.

Contudo, em meio à análise dessa aplicação, percebe-se a facilidade na execução, na redução nos recursos para análise dos cálculos, ganho de tempo, redução de erros, facilidade em lembrar a maneira de executar uma tarefa após um determinado tempo, visto que a maioria dos processos são feitos de forma manual. Por outro lado, está o impasse da impossibilidade de uso para projetos complexos na formação atual, devido à falta de camadas de subcritérios, podendo ser este ponto analisado e aprimorado em trabalhos futuros, para eliminar o déficit na atual aplicação, outro ponto que pode ser trabalhado futuramente é a implementação da junção da técnica AHP com o método SWOT e outras técnicas de tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Elayne Cristina Rocha. **Aplicabilidade e benefícios da gestão de projetos – Estudo de caso na empresa Armtec.** 2010. Disponível em: < [http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/D7DC19FCA1A7596383257848006087AC/\\$File/NT0004543A.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/D7DC19FCA1A7596383257848006087AC/$File/NT0004543A.pdf) > Acesso em 05 de junho de 2015.

ANGELO, Aldacir. **Entendendo o PRINCE2.** 2008. Disponível em: < <http://www.mundopm.com.br/noticia.jsp?id=264> > Acesso em 05 de junho de 2015.

ATHEM. Processos do PRINCE2. 2015. Disponível em < <http://athem.net.br/processos-prince2/> > Acesso em 17 de junho de 2016.

BAPTISTA, Jose Abel; BARBOSA, Valéria de Almeida; HENRIQUE, Marcelo Rabelo; SILVA, Andréia Aparecida da; SILVA, Natalia Salmont da. **A utilização da matriz Swot como ferramenta estratégica – um estudo de caso em uma escola de idiomas de São Paulo. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - Seget,** 2011.

BEAZLEY, Steve HOLDEN; David M. **Python Web Programming.** Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=NmkD220i9KsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=python+web&ots=kJKTIUQMAs&sig=qPTakGypJk5RsKTcCxts0CPfgvs#v=onepage&q=why%20python%20&f=false> > Acesso em 15 de junho 2016.

BERGEN, S.A. **Project Management, An Introduction Issues in Industrial Research and Development,** New York, Brasil Blackwell, 1986.

BARROS, Victor Hugo Rodrigues. **PMBOK X PRINCE2.** Disponível em < https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwifybzixLDNAhUEC5AKHeIoCm0QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.inatel.br%2Fic%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D102%26Itemid%3D100014&usg=AFQjCNFccOUZRYzjAx6M9a4T5uKHIKVreA&sig2=j76i01_tAh729JJ5smGjCA&bvm=bv.124817099,d.Y2I > Acesso em 17 de junho de 2016.

BHUSHAN, N., RAI, K. **Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process.** New York: Springer, 2004.

CARDOSO, Jaime Fidalgo; EIRAS, Rubens; NUNES, Catarina; RODRIGUES, Jorge Nascimento. **50 Gurus da Gestão para o séc. XXI.** Centro Atlantico, 2005.

CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações.** 1. ed. 13º tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CLELAND, David L. e IRELAND, Lewis R. **Gerência de Projetos.** Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.

COSTA, Helder Gomes; Nunes, Roberto. **Emprego do método de análise hierárquica (AHP), na seleção de variedades para o plantio de cana-de-açúcar**. Gestão e Produção, v.6, 1999.

DAYCHOUW, Merhi. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Brasport Editora, 2007.

EXAME. **Todo mundo quer contratar gerentes de projeto**. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/revista-voce-sa/edicoes/178/noticias/todos-querem-esse-gestor>>. Acesso em 03 de junho de 2015.

FAYAD, M.E e SCHMIDT, D.C. **Object-oriented application frameworks**. Commun. ACM, 1997.

FONSECA, André Maia, **A importância da criação de um plano de gerenciamento do projeto alinhado com o Guia PMBOK**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K219806.pdf> Acesso em 28 de junho de 2015.

GRANDZOL, John R. **"Melhoria do Processo de Seleção Faculdade de Ensino Superior: Um caso para o Analytic Hierarchy Process"**. <"<http://airweb.org/images/IR%20App6.pdf>"> (PDF), 2005.

GRUPO PET-ADS, **Introdução à Programação Python**. Disponível em <http://www.ifspsaocarlos.edu.br/portal/arquivos/2016.05.04_Apostila_Python_-_PET_ADS_S%C3%A3o_Carlos.pdf> Acesso em 15 de junho de 2016.

GRUPO PET-TELE, **Tutorial de Introdução ao Python**. Disponível em <<http://docplayer.com.br/2903877-Tutorial-de-introducao-ao-python.html>> Acessado em 15 de junho de 2016.

GUIMARAES, Cláudio. **A metodologia PRINCE2 e sua utilização na gestão de projetos de TI**. 2013. Disponível em: <<http://www.fatecsp.br/dti/tcc/tcc00077.pdf>> Acesso em 05 de junho de 2015.

INFOPÉDIA. **Modelo**. Disponível em: <<http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/modelo>> Acesso em 05 de junho de 2015.

KERZNER, Harold. **Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling**. New York NY, John Wiley & Sons, 2001.

KERZNER, Harold, **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

LOVELOCK, C.; WIRTZ, J. **Marketing de serviços**. 5 ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2006.

MANSUR, R. **Escritório Avançado de Projetos na Prática – Plano de Negócio – A máquina de fazer dinheiro**. Brasport, Rio de Janeiro, 2009.

MENDES, J.R.B; VALLE, A.B; FABRA, Marcantonio. **Gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro: FGV, 2009.

MENEZES, Luís César de Moura. **Gestão de projetos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MONTANA, Patrick J.; CHARNOV, Bruce H. **Administração**. 2ªed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MILUZZI, Ricardo Batista. **Gerenciamento de Projetos**. 2010. Disponível em <<https://sites.google.com/site/ricardomiluzzi/gerenciamento-de-projetos>> Acesso em 23 de maio de 2015.

MURRAY, Andy. **PRINCE2® in one thousand words**. 2011. Disponível em <http://www.best-management-ractice.com/gempdf/prince2_in_one_thousand_words.pdf> Acesso em 05 de junho de 2015.

NOGUEIRA, Luiz Henrique Oliveira. **Introdução a metodologia PRINCE2 - parte 3 - Temas PRINCE2**. Disponível em: <<http://www.praticasdegestaodeprojetos.blogspot.com.br/search/label/Metodologia%20PRINCE2>> Acesso em 05 de junho de 2015.

OLESKOVICZ, Marcelo, et al. **O Uso do AHP na Priorização de Projetos de P&D: Estudo de Caso em uma Multinacional Brasileira**. Disponível em: <<http://sistema.semead.com.br/16semead/resultado/trabalhosPDF/1209.pdf>> Acesso em 05 de junho de 2015.

OLIVEIRA, Djalma de P. R. **Planejamento Estratégico – Conceitos, Metodologias e Práticas**. São Paulo: Atlas, 2004.

OLIVEIRA, Guilherme Bueno de. **Ms Project 2010 e Gestão de Projetos**. 2ª ed. Pearson Education-BR, 2011.

OLIVEIRA, Eduardo Gomes. **As principais práticas no gerenciamento de aquisições em projetos**. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/712> Acesso em 05 de junho de 2015.

PALMEIRA, Marcio. **Padrões de Gerenciamento de Projetos - PRINCE2, ISO 21500:2012 e PMBOK. 2013**. Disponível em: <<http://papodeprojeto.blogspot.com.br/2013/10/padroes-de-gerenciamento-de-projetos.html>> Acesso em 05 de junho de 2015.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões. Terceira Edição**. Rio de Janeiro. LTC, 2000.

PMBOK. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. 5ª Edição, 2013.

PMI. **A guide to the project management body of knowledge**. Syba: PMI Publishing Division, 2000. Disponível em:< <http://www.pmi.org>>. Acesso em 20 de maio de 2015.

PMISP. **Projeto mal gerenciado, prejuízo na certa.** Disponível em <<http://www.pmis.org.br/imprensa/87-releases/1455-projeto-mal-gerenciado-prejuizo-na-certa>> Acesso em 15 de junho de 2016.

PRESSMAN, R.S., Engenharia de Software, McGraw-Hill, 6ª edição, 2006.

PRINCE2. **O que é PRINCE2?** Disponível em < <https://www.prince2.com/what-is-prince2> > Acesso em 05 de junho de 2015.

PRUBEL, Christiane Carraro. **A Gestão da Qualidade e sua Importância em Projetos.** Disponível em: < http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/511 > Acesso em 05 de junho de 2015.

RODRIGUES, CAMPOS, LOVATEL et al. **Metodologia de Gerenciamento de Projetos do SISP MGP-SISP**, Brasília: MP, 2011. Disponível em:<http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/servidor/publicacoes/publicacao_slti_mgp-sisp-versao_1.pdf> Acesso em 20 de maio de 2015.

RODRIGUES, Thais. **Gestão de Projetos: a profissão do futuro.** 2014. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/gestao-de-projetos-a-profissao-do-futuro/75051/>> Acesso em 20 de maio de 2015.

SANTOS. Franklin Fonseca. **Falhas no Gerenciamento de Projetos.** Disponível em <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/972> Acesso em 15 de junho de 2016.

SAATY, Thomas L. **The Analytic Hierarchy Process.** New York: McGraw-Hill International, 1980.

SAATY, T. L., **Método de Análise Hierárquica.** Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1991.

SAATY, T. L., **Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks.** Pittsburgh: RWS Publications, 2005.

SAATY, T. L. **Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process.** Madrid: Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics, 2008. Disponível em: <<http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.PDF>>. Acesso em 23 de maio de 2015.

SANNER. M. F. **Python: A programming Language for software integration and development.** Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.35.6459&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em 15 de junho de 2016.

SILVA, Diva Martin Rosas. **Aplicação do Método AHP para Avaliação de Projetos Industriais.** 2007.

WANDERLEI, Nilton. **Gestão de Projetos**. Disponível em: < http://gestaoestrategica.trt10.jus.br/portal/images/stories/diest/texto_curso_nilton.pdf > Acesso em 19 de março de 2015.

VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de Projetos Estabelecendo Diferenciais Competitivos**. 6º ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005

VARGAS, Ricardo. **Utilizando a programação multicritério (*Analytic Hierarchu Process - AHP*) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio**. PMI Global Congress, Washington, 2010.

VARGAS, Ricardo. **Principais Diferenças entre 4ª e a 5ª Edição do PBBOK Guide**, 2013. Disponível em: < <http://www.ricardo-vargas.com/pt/podcasts/main-differences-between-the-4th-and-the-5th-edition-of-the-pmbok-guide/> > Acesso em 24 de maio de 2015.

APÊNDICE

Cadastrar Usuário

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Cadastrar Usuário” é descrito os passos necessários para realizar um cadastro para poder acessar o sistema.

2. Atores

Usuário.

3. Pré-condição

1. O usuário deve ter acesso ao caminho do sistema.
2. O usuário deve selecionar o botão “Inscrever-se” na tela de login.

4. Fluxo Principal

1. O usuário seleciona o botão “Inscrever-se” na tela de login.
2. O sistema exibe a tela de cadastro de usuário.
3. O usuário insere os dados e seleciona o botão “Inscrever-se” para finalizar o cadastro.
4. O sistema salva os dados no banco de dados e exibe a tela inicial do sistema.
5. O fluxo é finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

Editar Cadastro

1. O usuário deve selecionar em “Bem-vindo Usuário” a opção profile ou senha para editar os dados.
2. O sistema salva as alterações dos dados e retorna para a tela inicial.
3. O fluxo é finalizado.

5. Pós-condições

O sistema cadastra um usuário no sistema.

Logar no Sistema

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Logar no Sistema” é descrito os passos necessários para efetuar o login no sistema.

2. Atores

Usuário.

3. Pré-condição

1. O usuário deve ter acesso ao caminho do sistema.

4. Fluxo Principal

1. O usuário acessa o caminho do sistema;
2. O sistema exibe a tela de login para o usuário;
3. O usuário insere os dados de login e senha e seleciona botão “Conecte-se”
4. O sistema valida os dados inseridos do usuário e exibe a tela para cadastro de Projeto.
5. O fluxo é finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

Login ou senha inválidos.

1. Se os dados inseridos pelo usuário não forem válidos para o sistema, exibe mensagem de login inválido e o usuário não terá acesso ao sistema.

5. Pós-condição

O sistema exibe a tela de cadastro de Projetos.

Cadastrar Projeto

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Cadastrar Projeto” é descrito os passos necessários para realizar um cadastro de um projeto.

2. Atores

Usuário

3. Pré-condição

1. O usuário deve ter acesso ao sistema.
2. O usuário deve estar na página inicial do sistema.

4. Fluxo Principal

1. O usuário insere o nome para o projeto e seleciona o botão “Enviar”.
2. O sistema salva no banco de dados e exibe para o usuário o nome do projeto em uma grid.
3. O fluxo é finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

Editar Projeto

1. O usuário seleciona o botão “Editar” em um projeto cadastrado.
2. O sistema exibe a tela para edição.
3. O usuário altera o nome do projeto e seleciona o botão “Enviar”.
4. O sistema salva a alteração e retorna para a tela inicial.
5. O fluxo é finalizado.

Excluir Projeto

1. O usuário seleciona botão “Excluir” em um projeto cadastrado.
2. O sistema exibe uma mensagem para confirmação da exclusão.
3. O usuário clica “Ok”.
4. O sistema exclui o projeto.
5. O fluxo é finalizado.

5. Pós-condições

O sistema cadastra um projeto.

Cadastrar Critérios

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Cadastrar Critérios” é descrito os passos necessários para realizar o cadastro de critérios para o projeto.

2. Atores

Usuário

3. Pré-condição

1. O usuário deve ter acesso ao sistema.
2. O usuário deve ter criado um projeto.
3. O usuário deve selecionar botão “Abrir” de um projeto.

4. Fluxo Principal

1. O usuário seleciona o botão “Critérios”.
2. O sistema exibe a modal para o cadastro.
3. O usuário insere o nome do critério e seleciona o botão “Enviar”.
4. O sistema salva no banco de dados e retorna para a tela que foi chamando o fluxo, exibindo em uma grid o critério cadastrado.
5. O fluxo é finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

Editar Critério

1. O usuário seleciona o botão “Editar”.
2. O sistema exibe tela de edição.
3. O usuário altera o critério e seleciona “Enviar”.
4. O sistema salva a alteração no banco de dados e retorna para a tela que foi chamado o fluxo.
5. O fluxo é finalizado.

Excluir Critério

1. O usuário seleciona o botão “Excluir” em um critério da grid.
 2. O sistema exibe uma mensagem para confirmação da exclusão.
 3. O usuário clica “Ok”.
 4. O sistema exclui o critério.
 5. O fluxo é finalizado.
5. Pós-condições
- O sistema cadastra critérios para o projeto selecionado.

Cadastrar Alternativas

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Cadastrar Alternativas” é descrito os passos necessários para o cadastro de alternativas para a solução do projeto.
2. Atores

Usuário
3. Pré-condição
 1. O usuário deve ter acesso ao sistema.
 2. O usuário deve ter criado um projeto.
 3. O usuário deve selecionar botão “Abrir” de um projeto.
4. Fluxo Principal
 1. O usuário seleciona o botão “Alternativas”.
 2. O sistema exibe a modal para o cadastro.
 3. O usuário insere o nome da alternativa e seleciona o botão “Enviar”.
 4. O sistema salva no banco de dados e retorna para a tela que foi chamado o fluxo.
 5. O fluxo é finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

Editar Alternativa

1. O usuário seleciona o botão “Alternativas”.
2. O sistema exibe a grid com as alternativas cadastradas.
3. O usuário seleciona o botão “Editar” de uma alternativa.
4. O sistema exibe a tela de edição.
5. O usuário altera a alternativa e seleciona “Enviar”.
6. O sistema salva a alteração no banco de dados e retorna para a tela que foi chamado o fluxo.
7. O fluxo é finalizado.

Excluir Alternativa

1. O usuário seleciona o botão “Alternativas”.
 2. O sistema exibe a grid com as alternativas cadastradas.
 3. O usuário seleciona o botão “Excluir” de uma alternativa.
 4. O sistema exibe uma mensagem para confirmação da exclusão.
 5. O usuário clica “Ok”.
 6. O sistema exclui a alternativa.
 7. O fluxo é finalizado.
5. Pós-condições
- O sistema cadastra alternativas para o projeto.

Cadastrar Pesos entre Critérios

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Cadastrar Pesos entre Critérios” é descrito os passos necessários para adicionar os pesos (importância) entre os critérios do projeto.

2. Atores

Usuário.

3. Pré-condição

1. O usuário deve ter acesso ao sistema.
2. O usuário deve ter criado um projeto.
3. O usuário deve selecionar botão “Abrir” de um projeto.
4. O usuário deve ter cadastrado critérios.

5. Fluxo Principal

1. O usuário seleciona o botão “Pesos entre Critérios”.
2. O sistema exibe a tela para seleção dos pesos entre os critérios.
3. O usuário seleciona os pesos e seleciona o botão “Enviar”.
4. O sistema valida a inserção dos pesos e verifica se os dados são consistentes.
5. Se for consistente o sistema exibe a mensagem de dados consistentes.
 - 5.1 Se os dados não forem consistentes o sistema exibe a mensagem de dados inconsistentes.
6. Fluxo finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

n/a

6. Pós-condições

O sistema cadastra os pesos de cada critério.

Cadastrar Pesos entre Alternativas

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Cadastrar Pesos entre Alternativas” é descrito os passos necessários para adicionar os pesos (importância) entre as alternativas de acordo com um critério do projeto.

2. Atores

Usuário

3. Pré-condição

1. O usuário deve ter acesso ao sistema.
2. O usuário deve ter criado um projeto.
3. O usuário deve selecionar botão “Abrir” de um projeto.
4. O usuário deve ter cadastrado critérios e alternativas.

4. Fluxo Principal

1. O usuário seleciona o botão “Pesos entre Alternativas” de um critério.
2. O sistema exibe a tela para seleção dos pesos entre as alternativas do critério selecionado.
3. O usuário seleciona os pesos e seleciona o botão “Enviar”.
4. O sistema valida a inserção dos pesos e verifica se os dados são consistentes.
5. Se for consistente o sistema exibe a mensagem de dados consistentes.

5.1 Se os dados não forem consistentes o sistema exibe a mensagem de dados inconsistentes.

6. Fluxo finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

n/a

5. Pós-condições

O sistema cadastra os pesos de cada alternativa de acordo com o critério selecionado.

Avaliar Alternativas

Detalhamento do Caso de Uso

1. Descrição

No caso de uso “Avaliar Alternativas” é descrito os passos necessários para visualizar o resultado obtido através dos cálculos feitos de acordo com os pesos de critério e alternativas.

2. Atores

Usuário.

3. Pré-condição

1. O usuário deve ter acesso ao sistema.
2. O usuário deve ter criado um projeto.
3. O usuário deve selecionar botão “Abrir” de um projeto.
4. O usuário deve ter cadastrado critérios e alternativas.

4. Fluxo Principal

1. O usuário seleciona o botão “Avaliar Alternativas”.
2. O sistema exibe a tela de avaliação das alternativas.
3. O fluxo é finalizado.

4.1 Fluxo Alternativo

n/a

5. Pós-condições

O sistema exibe a melhor alternativa de acordo com os pesos dos critérios e das alternativas antes inseridas.