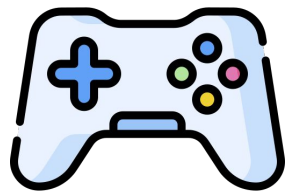


Trabalho de Formatura Supervisionado (2025)

Uma Arquitetura de Referência para Jogos Digitais Open Source



Aluno: Fernando Yang

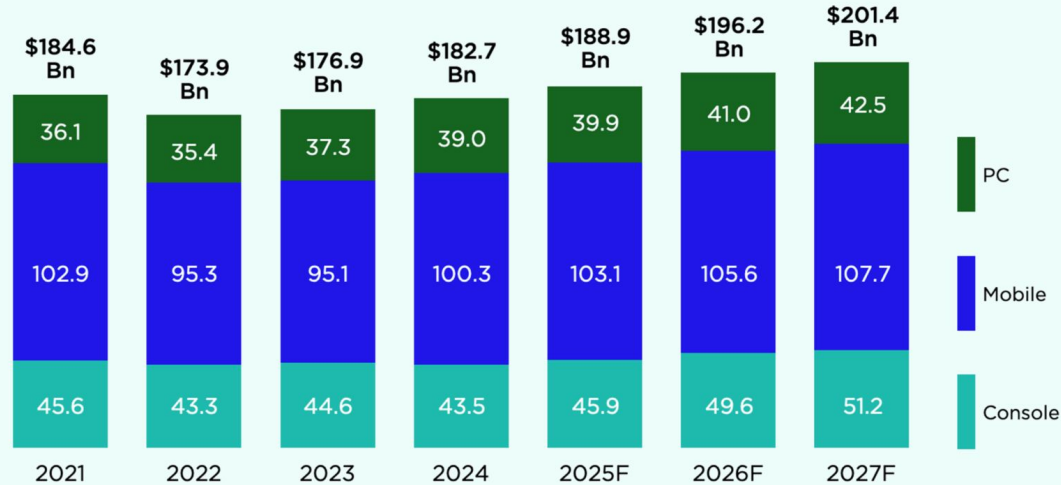
Supervisor: Pedro Henrique Dias Valle

Introdução

Contextualização do Tema

Global games market revenues by platform
















Global | 2021 - 2027



Source: Newzoo Games Market Reports and Forecasts | Updated May 2025

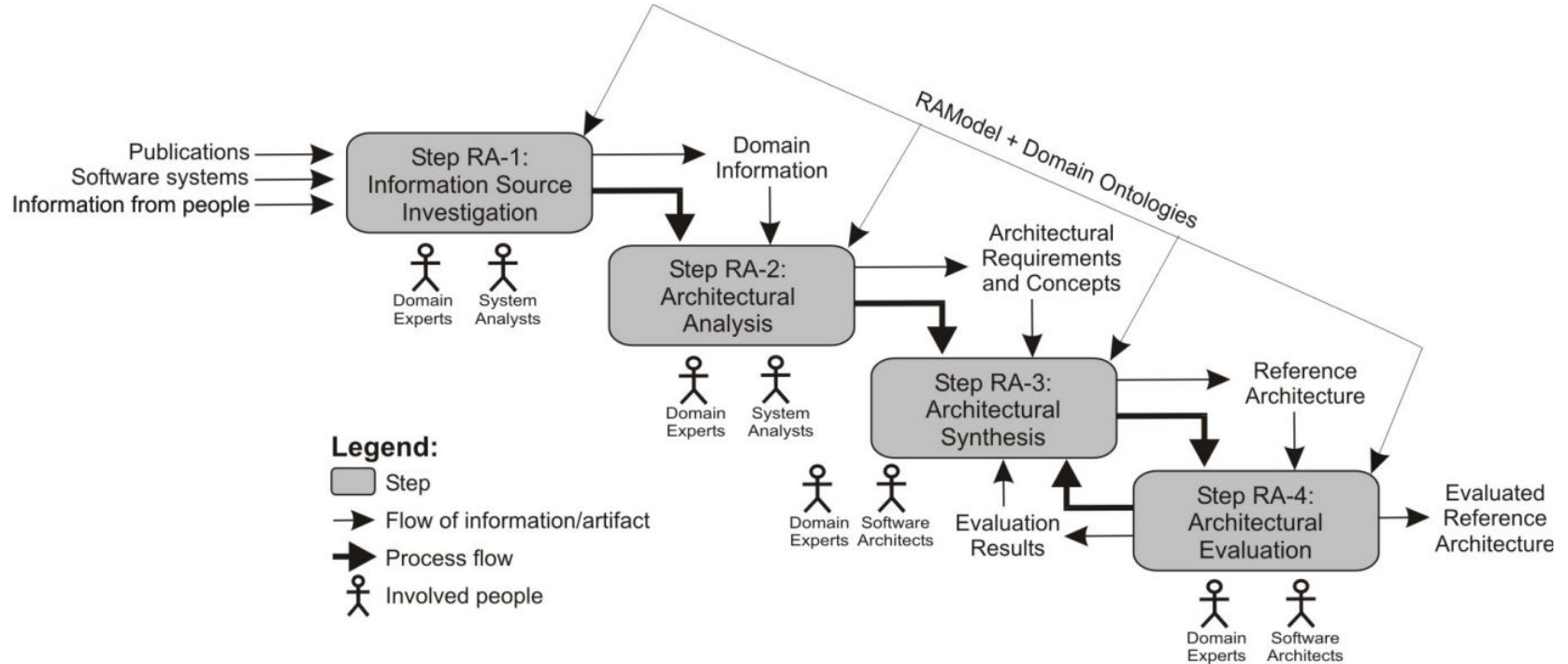
Contextualização do Tema

GAME DEVELOPMENT DIFFICULTY TIERS

| | | | | |
|------------------------------------|--|---|---|--|
| S @!#?@! |  Doors |  Finishing |  Marketing |  Online Multiplayer |
| A BRAIN MELTING |  Shaders |  Physics |  Tutorials | |
| B EXTREMELY DIFFICULT |  Game Balance |  User Interface |  Level Design |  Animation |
| C VERY HARD |  Optimization |  Passing Certification |  Collisions |  Sound Design |
| D HARD | it's all very hard ˘˘ | | | |

Metodologia

ProSA-RA



Identificação de Fontes de Informação

Etapa 1: Fonte de Informação - Mapeamento Sistemático

- Critérios de inclusão (IC)

- IC1: O estudo apresenta um jogo digital
- IC2: O estudo apresenta um jogo *open-source*

- Critérios de exclusão (EC)

- EC1: Estudos curtos (até 4 páginas).
- EC2: Estudos duplicados.
- EC3: O estudo não apresenta um jogo.
- EC4: O estudo não apresenta um jogo *open-source*.
- EC5: O estudo não está disponível para análise.
- EC6: O estudo não está em português ou inglês.
- EC7: O estudo é um estudo secundário.

| Bases de Dados | Quantidade |
|----------------------|------------|
| El Compendex | 212 |
| IEEE Digital Library | 145 |
| ISI Web of Science | 245 |
| Science@Direct | 27 |
| Scopus | 412 |



Análise Arquitetural

Etapa 2: Análise do Requisito do sistema

1. O jogo precisa atender aos padrões e expectativas do jogador.
2. O jogo precisa ter uma organização visual para melhorar a experiência do jogador.
3. O jogo precisa ser capaz de se ajustar dinamicamente às necessidades individuais dos usuários.
4. O jogo precisa ser visual e interativamente atraente para envolver os jogadores.
5. O jogo precisa incentivar e facilitar o trabalho em equipe.
6. O jogo precisa incluir elementos que promovam uma competição saudável.
7. O jogo deve garantir que os usuários possam compreender e interagir facilmente com o conteúdo do jogo.

Etapa 2: Extração da Qualidade de Software

| Qualidade do Produto de Software | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|---|--|---|
| Adequação Funcional | Eficiência de performance | Compatibilidade | Capacidade de Interação | Confiabilidade | Security | Manutenibilidade | Portabilidade | Safety |
| Integridade funcional Correção funcional Apropriação funcional | Comportamento do tempo Utilização de Recursos Capacidade | Coexistência Interoperabilidade | Adequação reconhecível Capacidade de aprendizado Operabilidade Proteção de erro do usuário Engajamento ao usuário Inclusividade Assistência ao usuário Auto-descriptividade | Ausência de Falhas Disponibilidade Tolerância a falhas Recuperabilidade | Confidencialidade Integridade Ausência de repúdio Rastreabilidade de uso Autenticidade Resistência | Modularidade Reusabilidade Analisabilidade Modificabilidade Testabilidade | Adaptabilidade Escalabilidade Facilidade de instalação Capacidade de substituição | Limitação Operacional Identificação de Risco Falha Segura Aviso de Perigo Integração segura |

Etapa 2: Seleção dos Atributos de Qualidade

- **Open Source**

- **Adoção de Licença:** O jogo deve ser projetado de forma a permitir a publicação sob uma licença de código aberto (MIT, GPL ou Apache), assegurando que cada componente possua dependências compatíveis e uma estrutura modular que facilite a redistribuição e a contribuição da comunidade.
- **Desenvolvimento colaborativo:** O jogo deve facilitar contribuições externas por meio de documentação técnica, testes automatizados e integração contínua.
- **Suporte ao feedback:** O jogo deve possuir formas que os jogadores possam enviar seus feedbacks sobre o jogo.

Etapa 2: Análise dos Atributos de Qualidade

- Análise dos Estudos Científicos:
 - Estudos da área de software open-source com mais de 150 citações;
 - Estudos que relatam sobre processo de desenvolvimento de um jogo open-source;
- Análise dos Jogos Open Source existentes:
 - Jogos open-source de pequeno porte: Desenvolvidos por poucos desenvolvedores, majoritariamente desenvolvido no contexto acadêmico;
 - Jogos open-source de grande porte: Comunidade ativa de desenvolvimento, mantidos por número significativo de colaboradores ($\geq 10k$ stars ou ≥ 300 contribuidores no GitHub).

Etapa 2: Análise dos Atributos de Qualidade

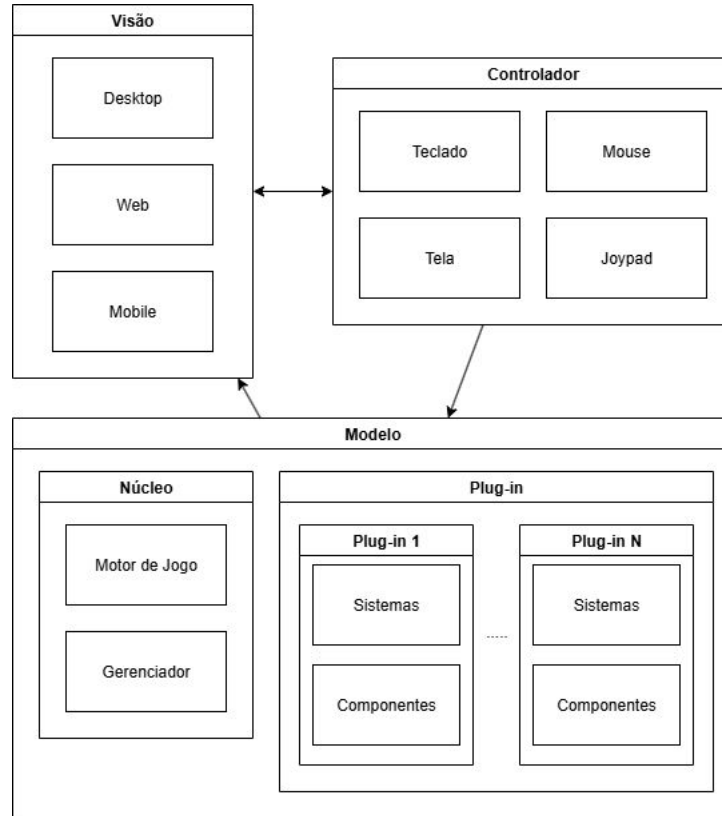
- Requisitos Essenciais:
 - Capacidade de Interação: Engajamento do Usuário;
 - Manutenibilidade: Modificabilidade;
 - Open Source;
- Requisitos Secundários:
 - Adequação Funcional;
 - Eficiência de Performance;
 - Compatibilidade;
 - Confiabilidade;
 - Flexibilidade.

Síntese Arquitetural

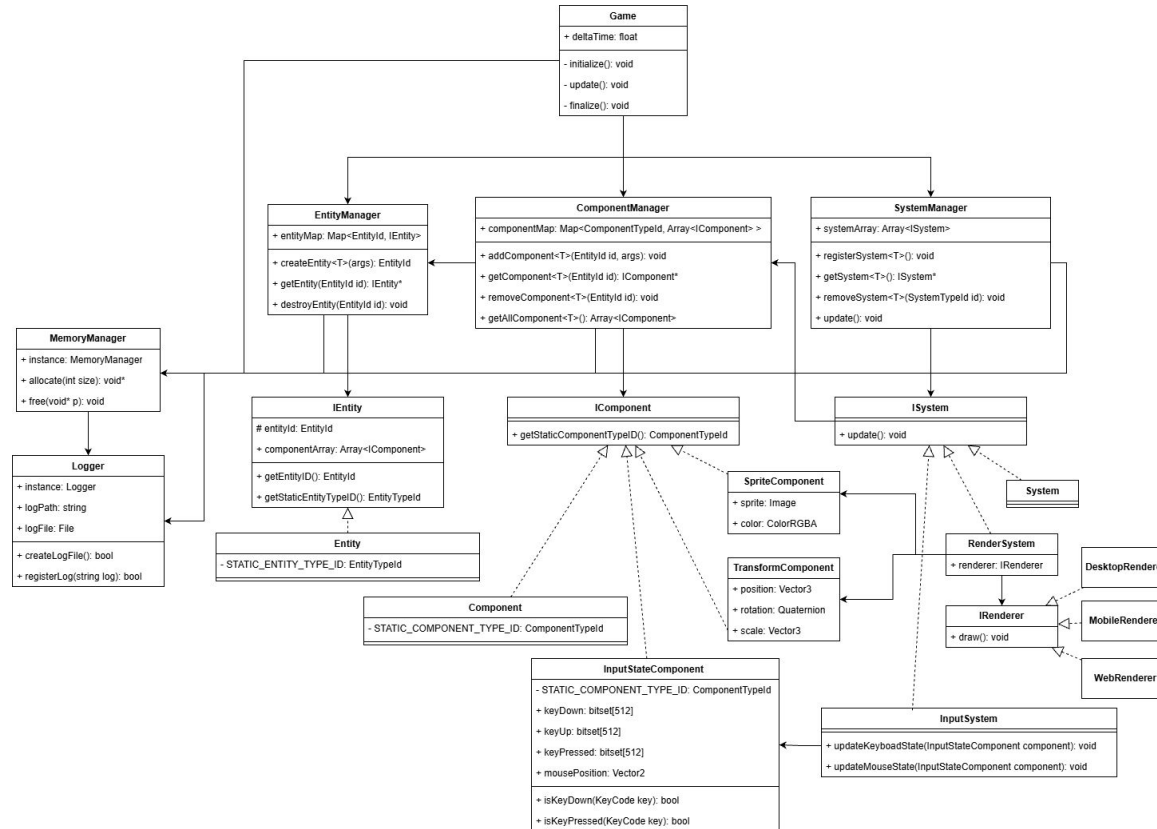
Etapa 3: Síntese Arquitetural

| Requisito | ECS | Layered | MVC | Microkernel | EDA |
|---------------------------|------------|----------------|------------|--------------------|------------|
| Adequação Funcional | - | - | - | - | - |
| Eficiência de Performance | Alto | Baixo | Médio | Baixo | Alto |
| Compatibilidade | Médio | Baixo | Baixo | Médio | Médio |
| Capacidade de Interação | Alto | - | Alto | - | - |
| Confiabilidade | Médio | Alto | Médio | Alto | Baixo |
| Manutenibilidade | Alto | Alto | Alto | Alto | Médio |
| Flexibilidade | - | Alto | Médio | Alto | - |
| Open Source | Médio | Médio | Alto | Alto | Médio |

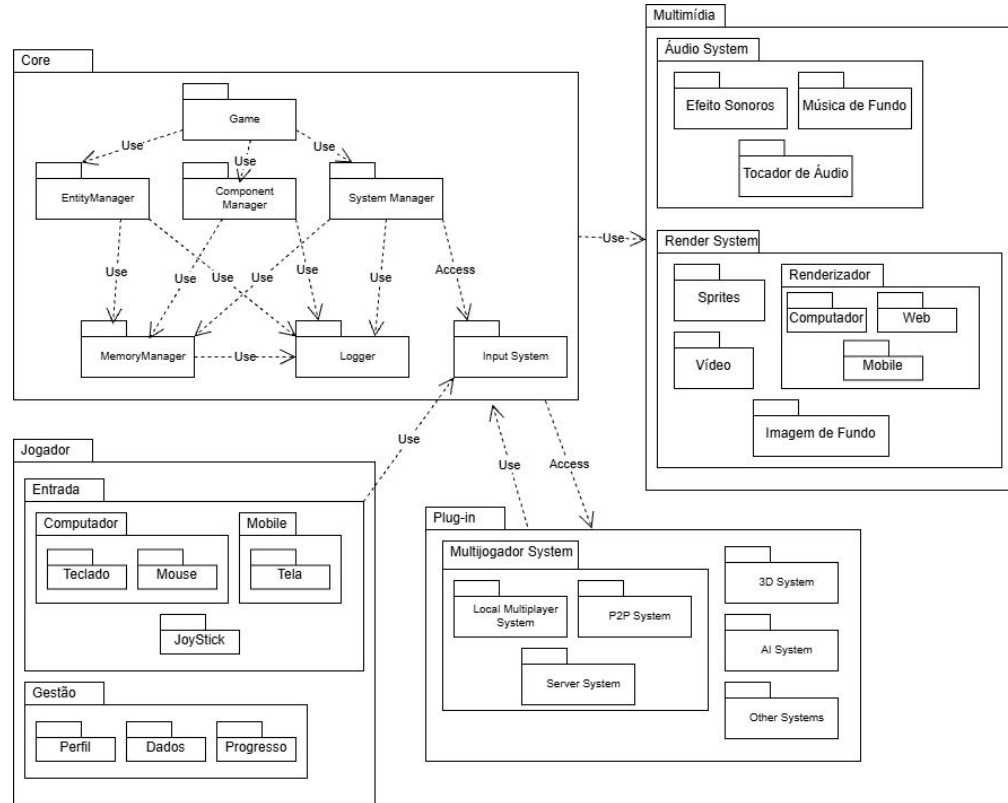
Etapa 3: Visão Geral da RA



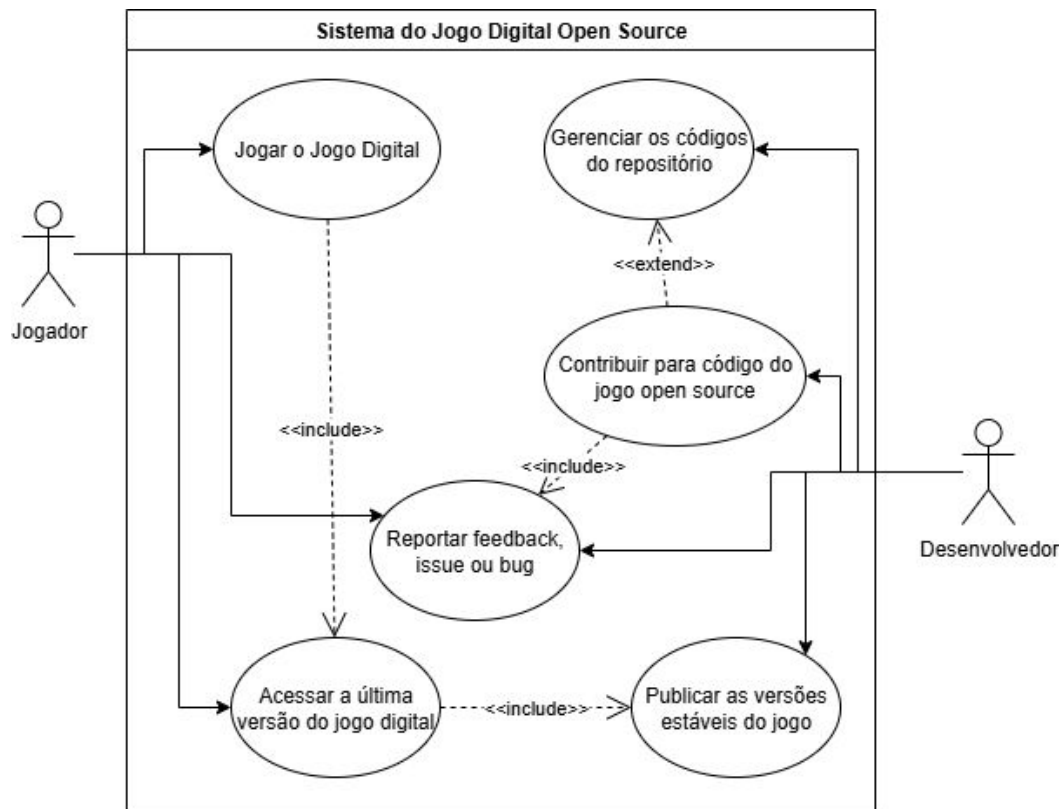
Etapa 3: Visão Lógica da RA



Etapa 3: Visão de Desenvolvimento da RA



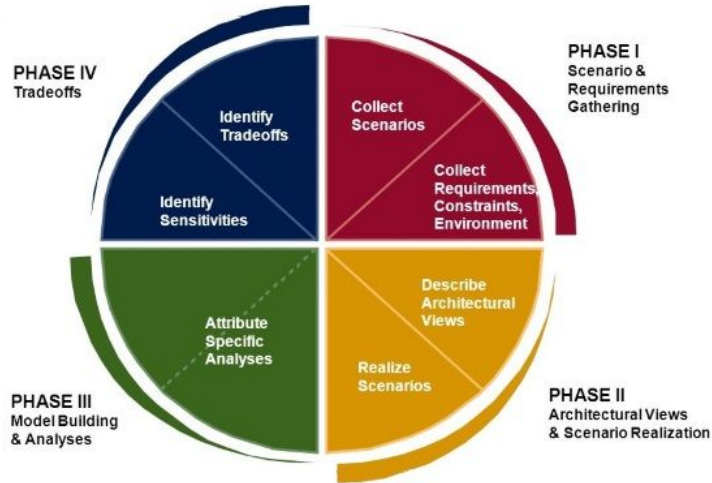
Etapa 3: Visão de Caso de Uso da RA



Avaliação Arquitetural

Etapa 4: Avaliação da RA

- ATAM - Architecture Tradeoff Analysis Method
- TAM - Technology Acceptance Model



Technology Acceptance Model

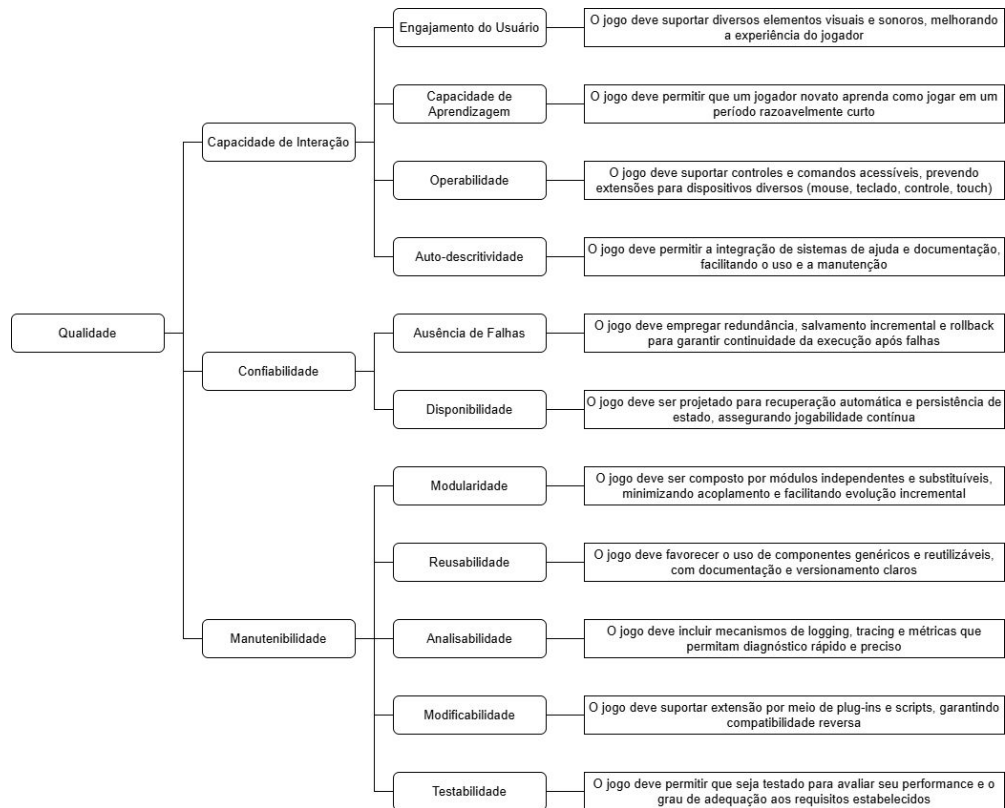
Perceived Usefulness (PU)

| | Likely | | | | | | Unlikely | |
|---|-----------|-------|----------|---------|----------|-------|-----------|--|
| | Extremely | Quite | Slightly | Neither | Slightly | Quite | Extremely | |
| 1. Using [this product] in my job would enable me to accomplish tasks more quickly. | | | | | | | | |
| 2. Using [this product] would improve my job performance. | | | | | | | | |
| 3. Using [this product] in my job would increase my productivity. | | | | | | | | |
| 4. Using [this product] would enhance my effectiveness on the job. | | | | | | | | |
| 5. Using [this product] would make it easier to do my job. | | | | | | | | |
| 6. I would find [this product] useful in my job. | | | | | | | | |

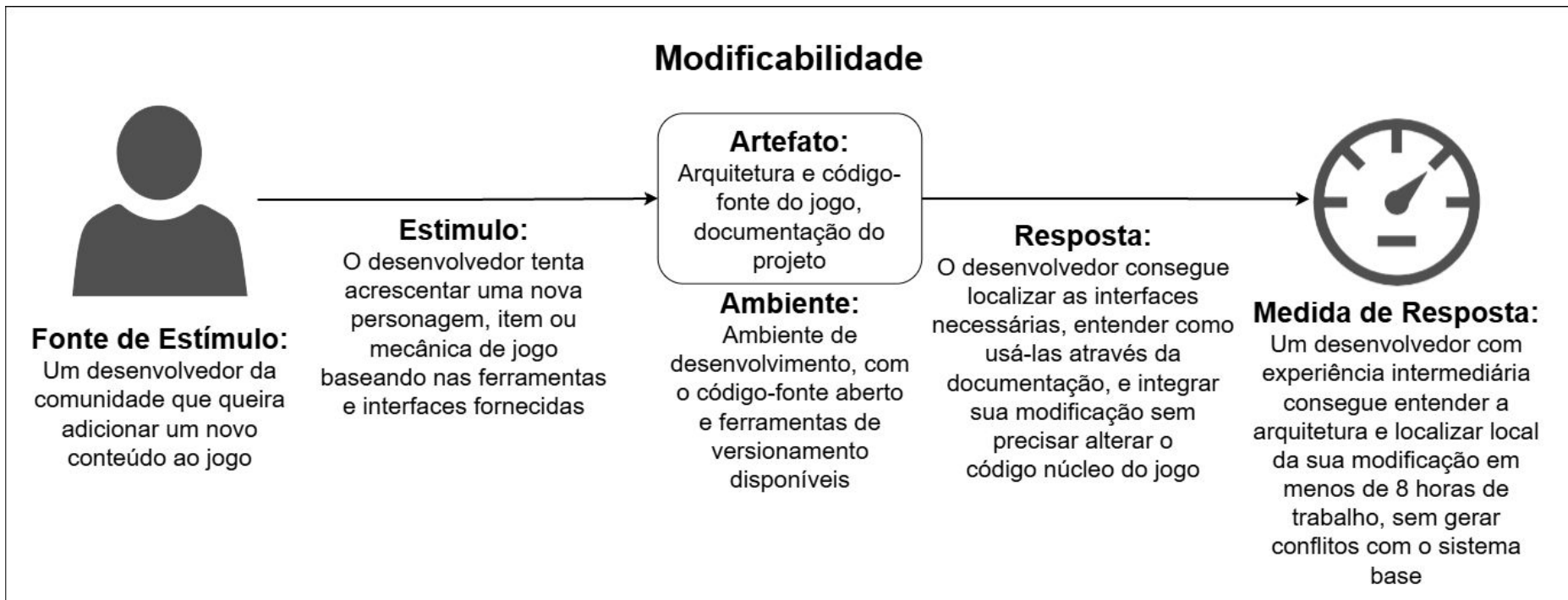
Perceived Ease-of-Use (PEU)

| | Likely | | | | | | Unlikely | |
|---|-----------|-------|----------|---------|----------|-------|-----------|--|
| | Extremely | Quite | Slightly | Neither | Slightly | Quite | Extremely | |
| 7. Learning to operate [this product] would be easy for me. | | | | | | | | |
| 8. I would find it easy to get [this product] to do what I want it to do. | | | | | | | | |
| 9. My interaction with [this product] would be clear and understandable. | | | | | | | | |
| 10. I would find [this product] would be clear and understandable. | | | | | | | | |
| 11. It would be easy for me to become skillful at using [this product]. | | | | | | | | |
| 12. I would find [this product] easy to use. | | | | | | | | |

Etapa 4: Árvore de Atributos de Qualidade



Etapa 4: Apresentação de Cenários de Uso



Etapa 4: Resultado ATAM

| Atributo de Qualidade | PA1 | PA2 | PA3 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | Média |
|------------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Adequação Funcional | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.64 |
| Eficiência de Performance | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.36 |
| Compatibilidade | 3 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.27 |
| Capacidade de Interação | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.73 |
| Confiabilidade | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4.18 |
| Manutenibilidade | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4.45 |
| Flexibilidade | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.73 |
| <i>Open Source</i> | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.73 |

Etapa 4: Questionário TAM

| ID | Tópico | Pergunta |
|-----|-----------------------------|--|
| P1 | Utilidade Percebida | A arquitetura me permitiria desenvolver jogos de forma mais rápida. |
| P2 | Utilidade Percebida | A arquitetura melhoraria a qualidade dos jogos desenvolvidos. |
| P3 | Utilidade Percebida | A arquitetura aumentaria minha produtividade no desenvolvimento. |
| P4 | Utilidade Percebida | A arquitetura aumentaria minha eficácia no desenvolvimento de jogos. |
| P5 | Utilidade Percebida | A arquitetura tornaria mais fácil desenvolver jogos. |
| P6 | Utilidade Percebida | Eu consideraria esta arquitetura útil no desenvolvimento de jogos. |
| P7 | Facilidade de Uso Percebida | Aprender a usar esta arquitetura seria fácil para mim. |
| P8 | Facilidade de Uso Percebida | Seria fácil fazer com que esta arquitetura fizesse o que eu desejo. |
| P9 | Facilidade de Uso Percebida | Minha interação com esta arquitetura seria clara e compreensível. |
| P10 | Facilidade de Uso Percebida | Eu consideraria esta arquitetura flexível para interagir. |
| P11 | Facilidade de Uso Percebida | Seria fácil para me tornar habilitado no uso desta arquitetura. |
| P12 | Facilidade de Uso Percebida | Eu consideraria esta arquitetura fácil de usar. |

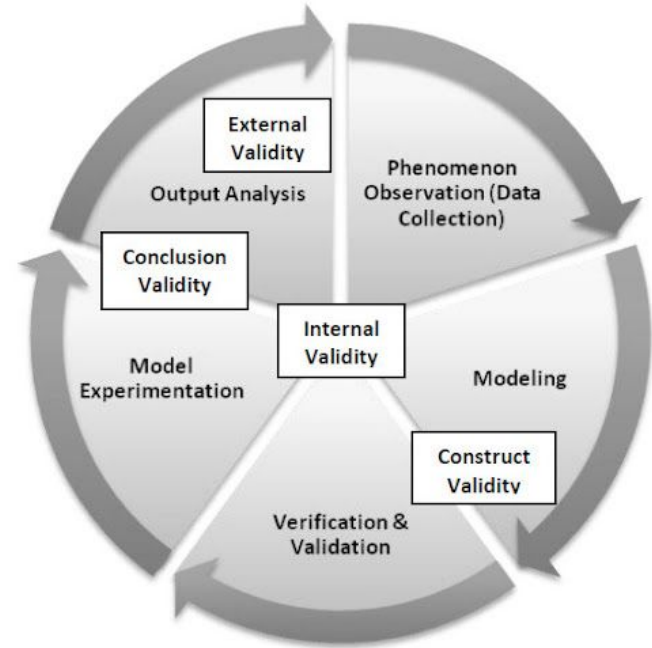
Etapa 4: Resultado TAM

| ID | PA1 | PA2 | PA3 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | Média |
|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| P1 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 2 | 4 | 4 | 3.82 |
| P2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4.64 |
| P3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4.27 |
| P4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4.27 |
| P5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 1 | 4 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| P6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.64 |
| P7 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3.9 |
| P8 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.36 |
| P9 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4.45 |
| P10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.72 |
| P11 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4.18 |
| P12 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 4 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4.09 |

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

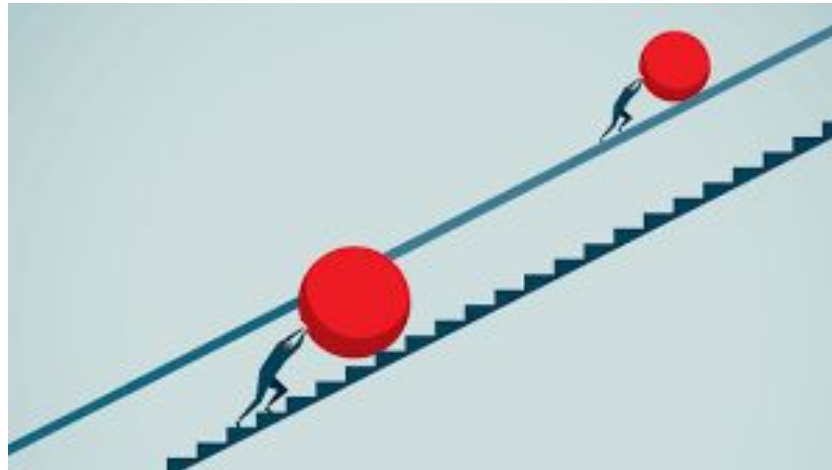
Considerações Finais

- Ameaças à Validade:
 - Validade Interna
 - Validade Externa
 - Validade de Construção
 - Validade de Conclusão
- Contribuições:
 - Construção da OSG-RA
 - Identificação de RS, RA, stakeholders, etc
 - Validação dos métodos ATAM e TAM



Trabalhos Futuros

- Aprimoramento da documentação
- Desenvolvimento de um jogo concreto usando a OSG-RA
- Reimplementação de jogos existentes usando OSG-RA



Trabalho de Formatura Supervisionado (2025)

Uma Arquitetura de Referência para Jogos Digitais Open Source



Aluno: Fernando Yang

Supervisor: Pedro Henrique Dias Valle