

APRIMORAMENTO DE PROCESSOS DE DEFINIÇÃO E VALIDAÇÃO DE REQUISITOS NO CICLO DE VIDA DE SISTEMAS *LOW-CODE*

Universidade Federal de Minas Gerais

Milton Pereira Bravo Neto

Orientador: Prof. Dr. André Costa Batista

26 de Junho de 2025

Contextualização

Equipe

- . Setor de Digitalização Interna
- . Fábrica de Aplicativos
- . Equipe generalista e reduzida

Serviço

- . Digitalização e adequação de processos
- . Automação de rotinas e tarefas
- . Estruturação e otimização de relatórios de dados

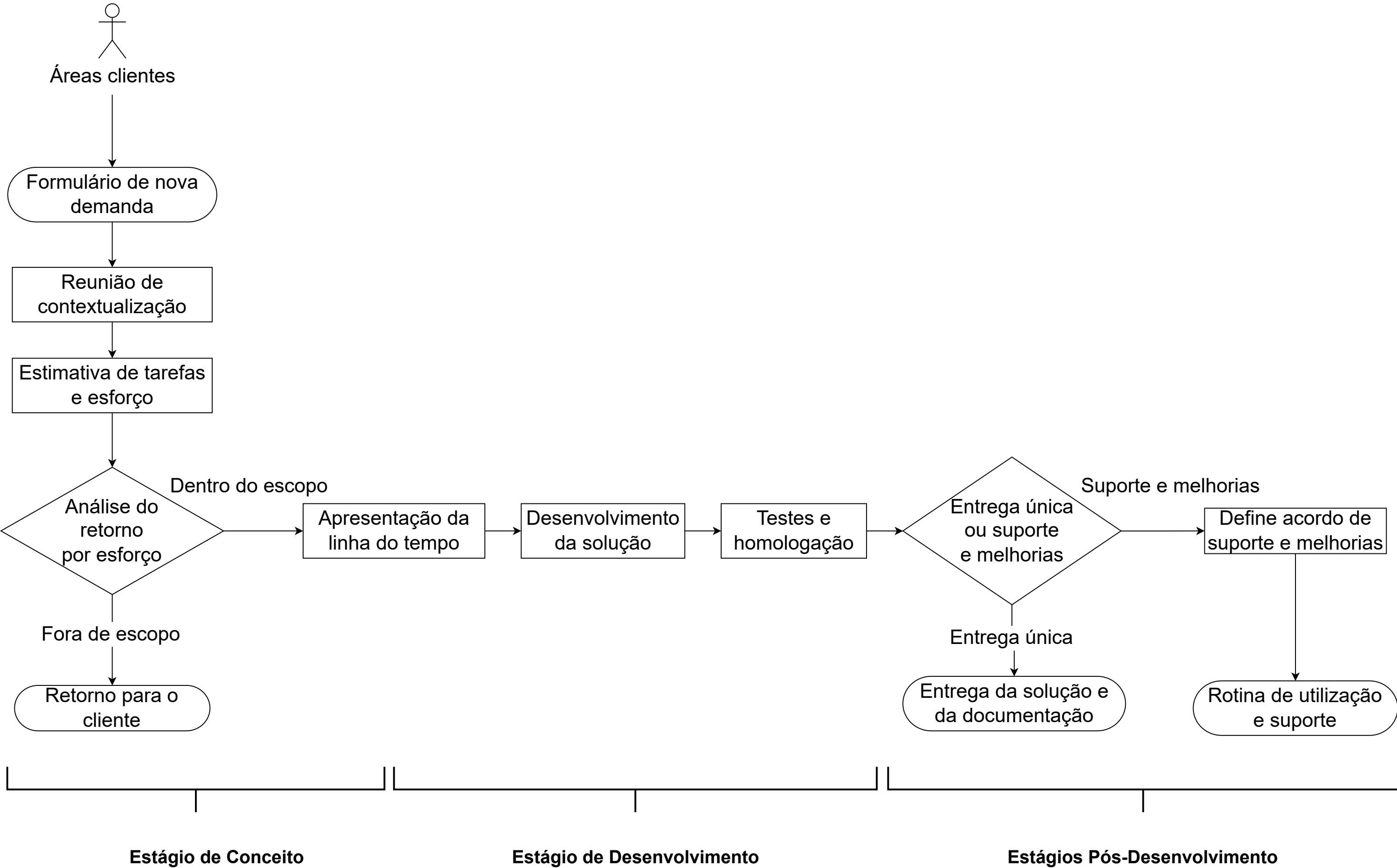
Clientes

- . Áreas internas de negócios
- . Outras áreas de TI

Características de atuação

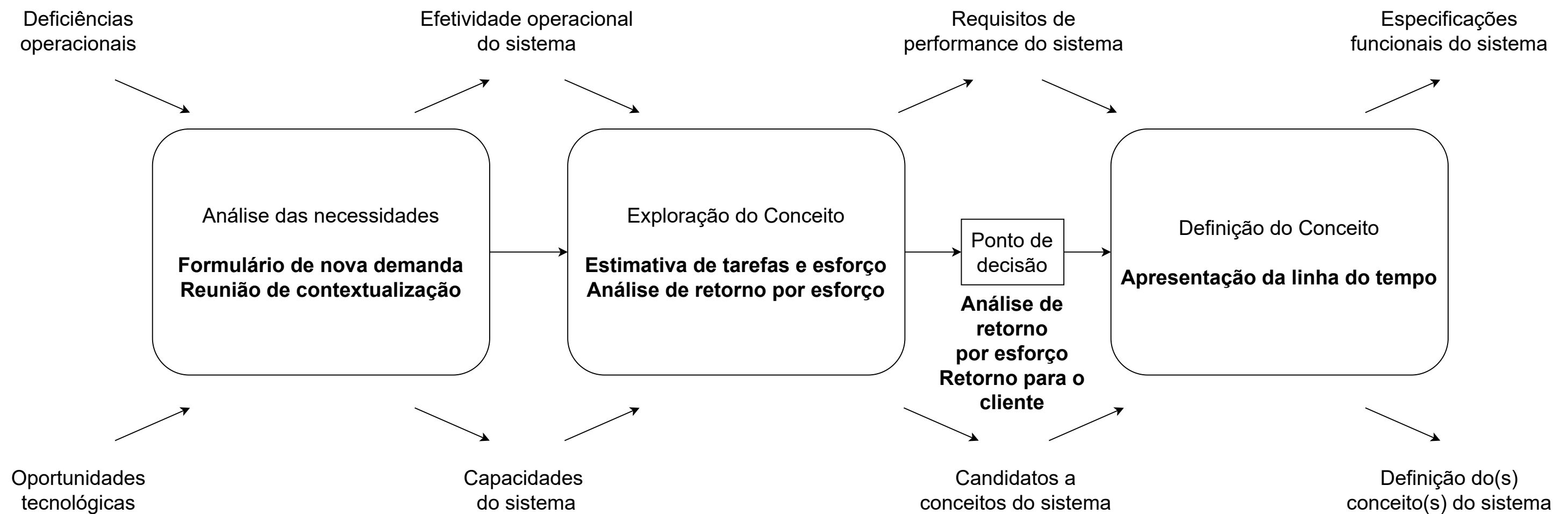
- . Ferramentas *Low-code*
- . RPAs (*Robotic Process Automation*)
- . Desenvolvimentos curtos
- . Cascata x Ágil

Mapeamento do Fluxo Atual do Processo



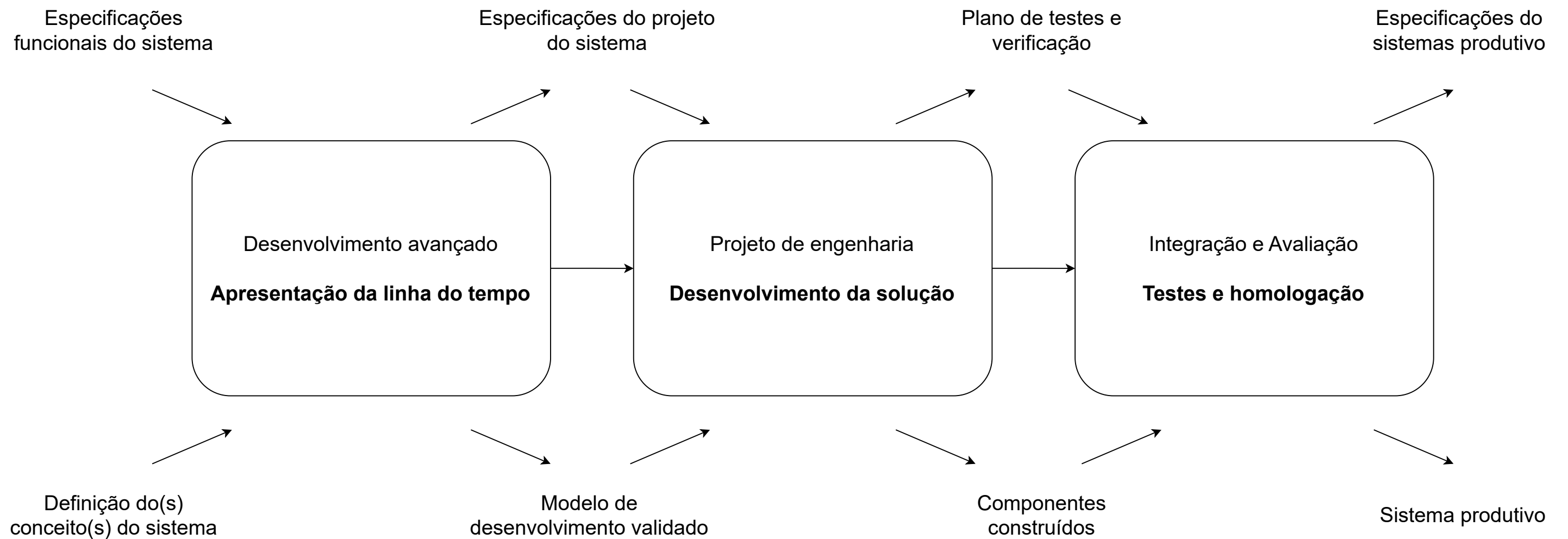
Adequação ao Ciclo de Vida da ES

Fases de Estágio de Conceito



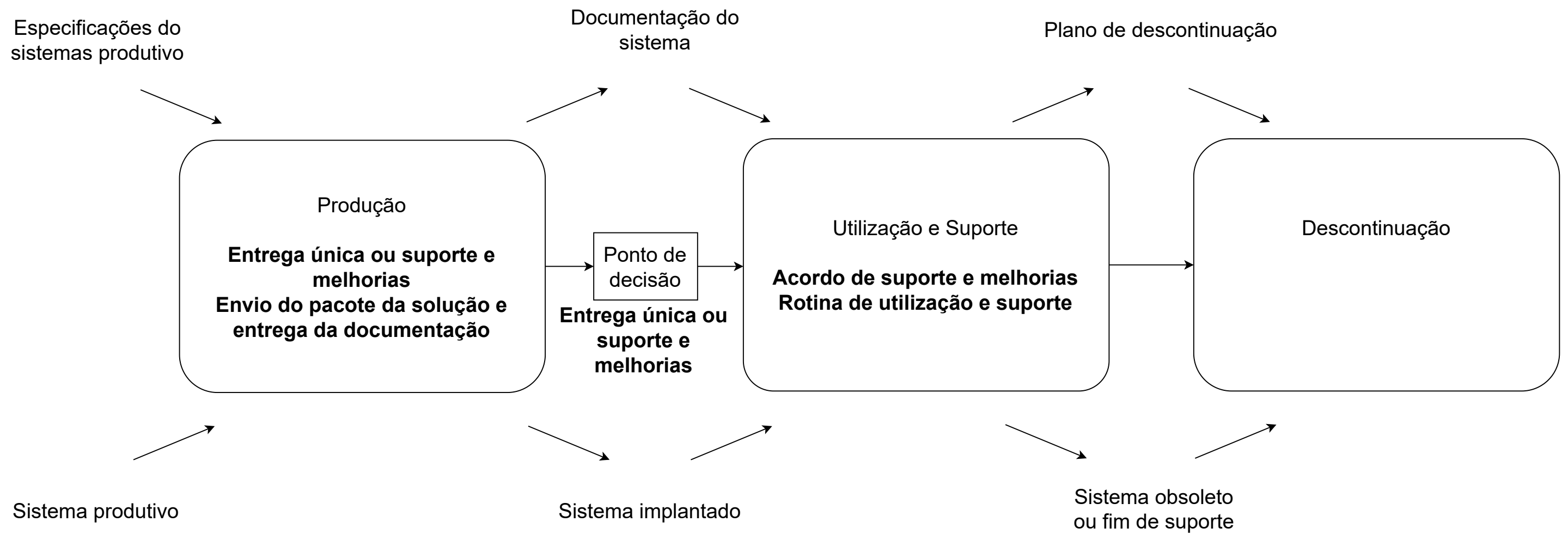
Adequação ao Ciclo de Vida da ES

Fases de Estágio de Desenvolvimento



Adequação ao Ciclo de Vida da ES

Estágios Pós Desenvolvimento

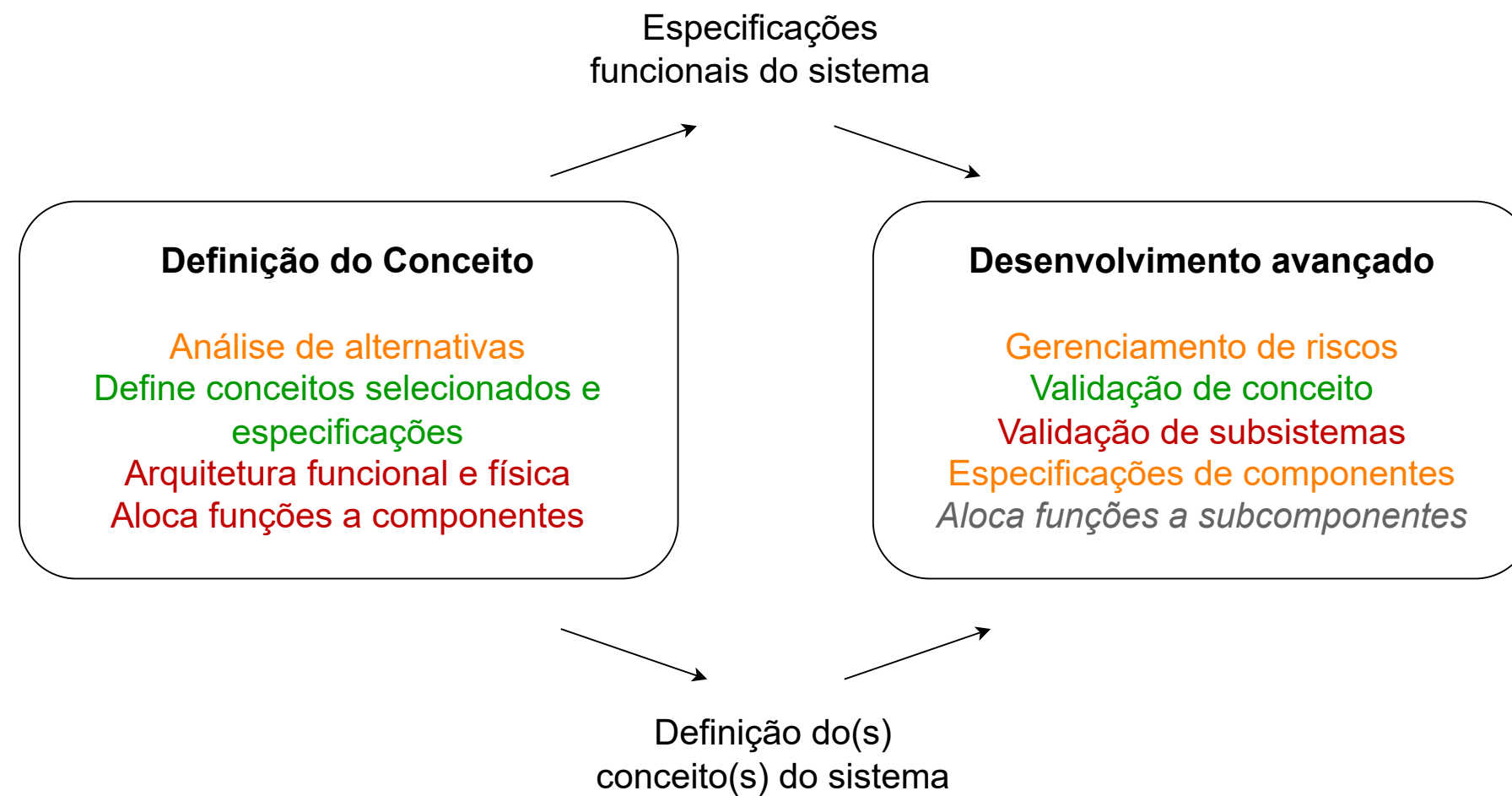


Identificação dos Problemas

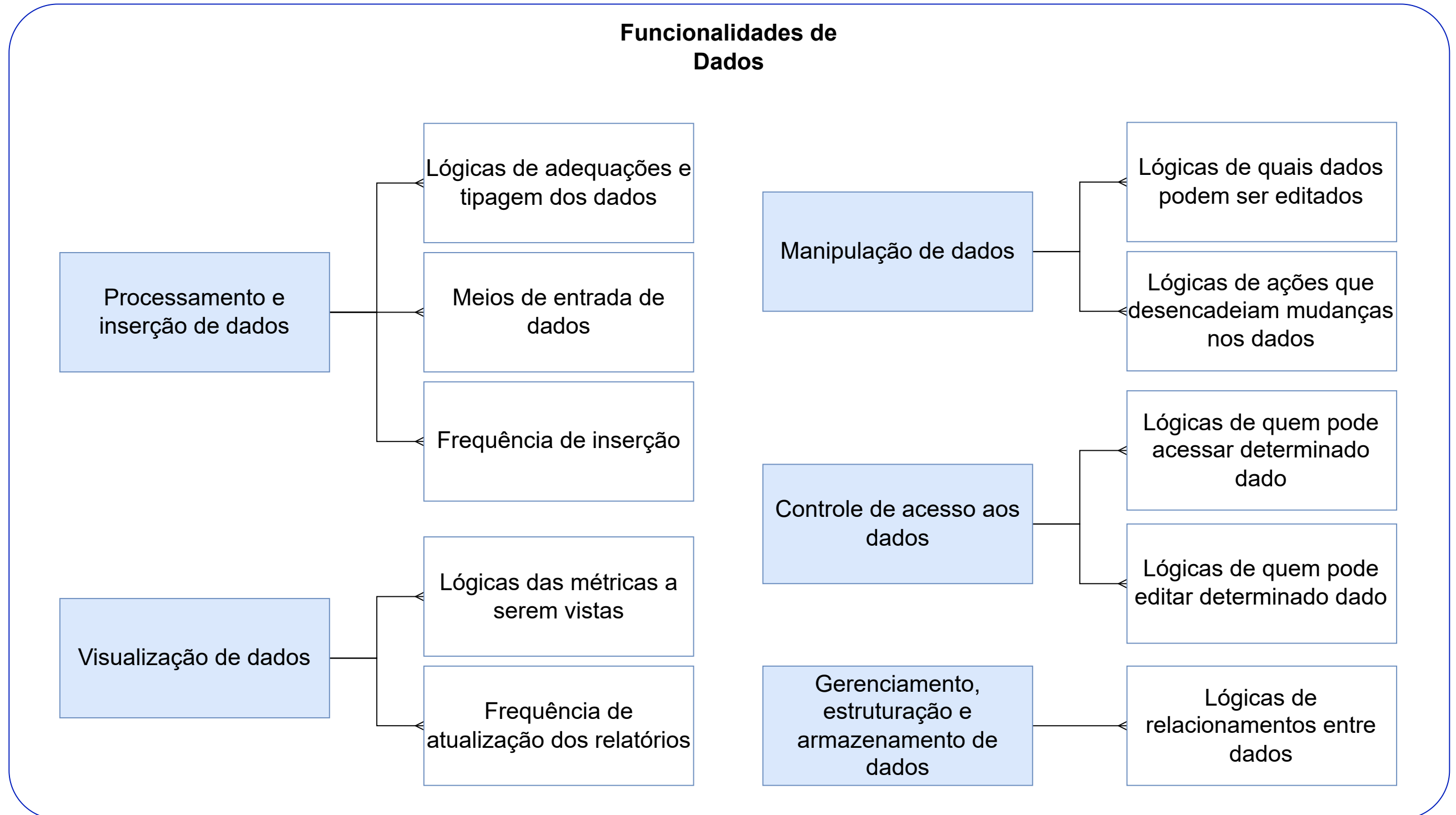
Fase Nível	Estágio de Conceito			Estágio de Desenvolvimento		
	Análise das necessidades	Exploração do Conceito	Definição do Conceito	Desenvolvimento avançado	Projeto de engenharia	Integração e Avaliação
Sistema	Define as capacidades e efetividades do sistema	Identifica, explora e sintetiza conceitos	Define conceitos selecionados e especificações	Validação de conceito		Teste e avaliação
Subsistema		Define requisitos e garante viabilidade	Define arquitetura funcional e física	Validação de subsistemas		Integração e testes
Componente			Aloca funções a componentes	Define especificações	Projeto e testes	Integração e testes
Subcomponente				Aloca funções a subcomponentes	Projeto	
Peças					Fazer ou comprar	

Adaptado do livro Systems Engineering: Principles and Practice

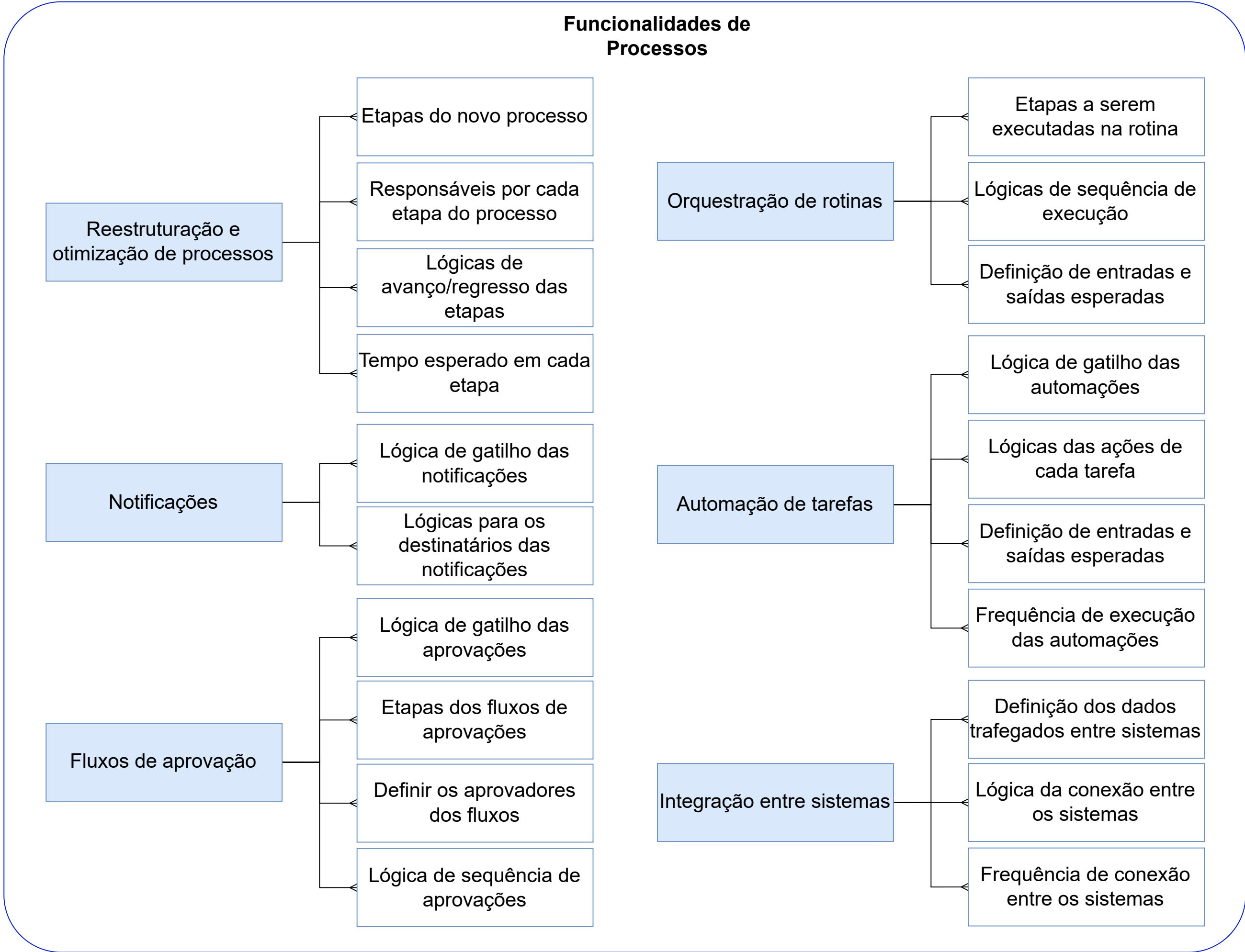
Identificação dos Problemas



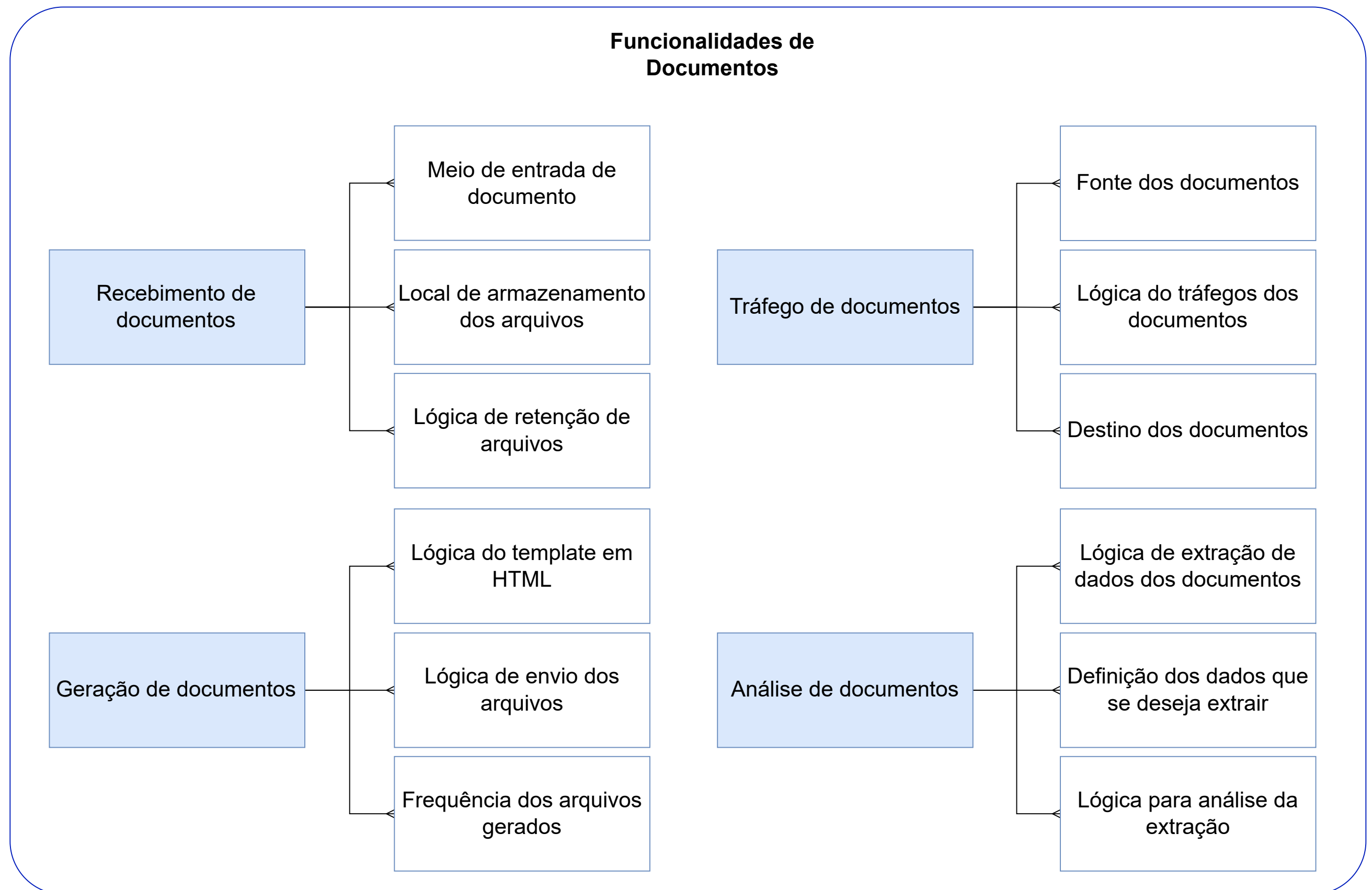
Propostas de Atuação - Arquiteturas



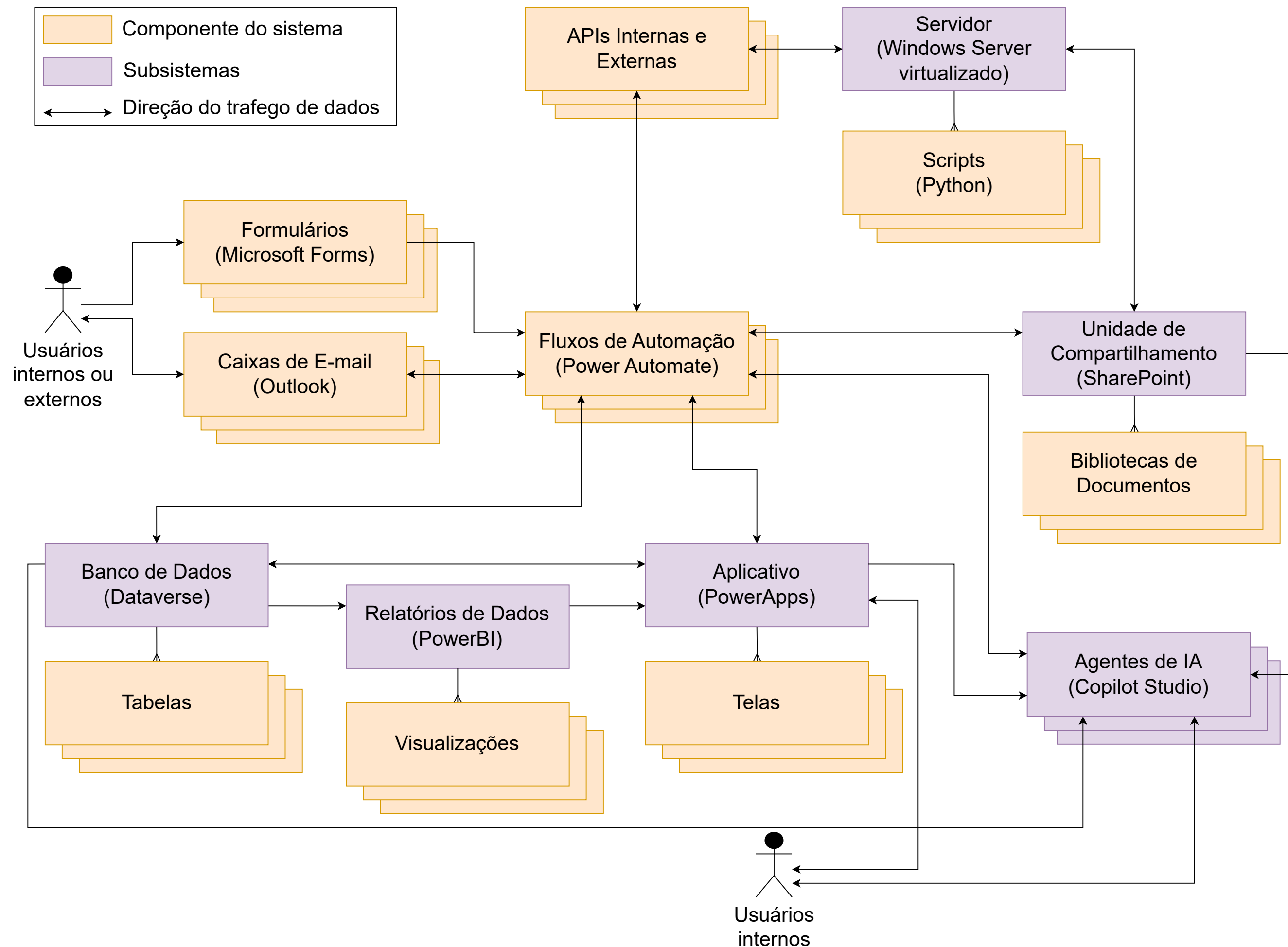
Propostas de Atuação - Arquiteturas



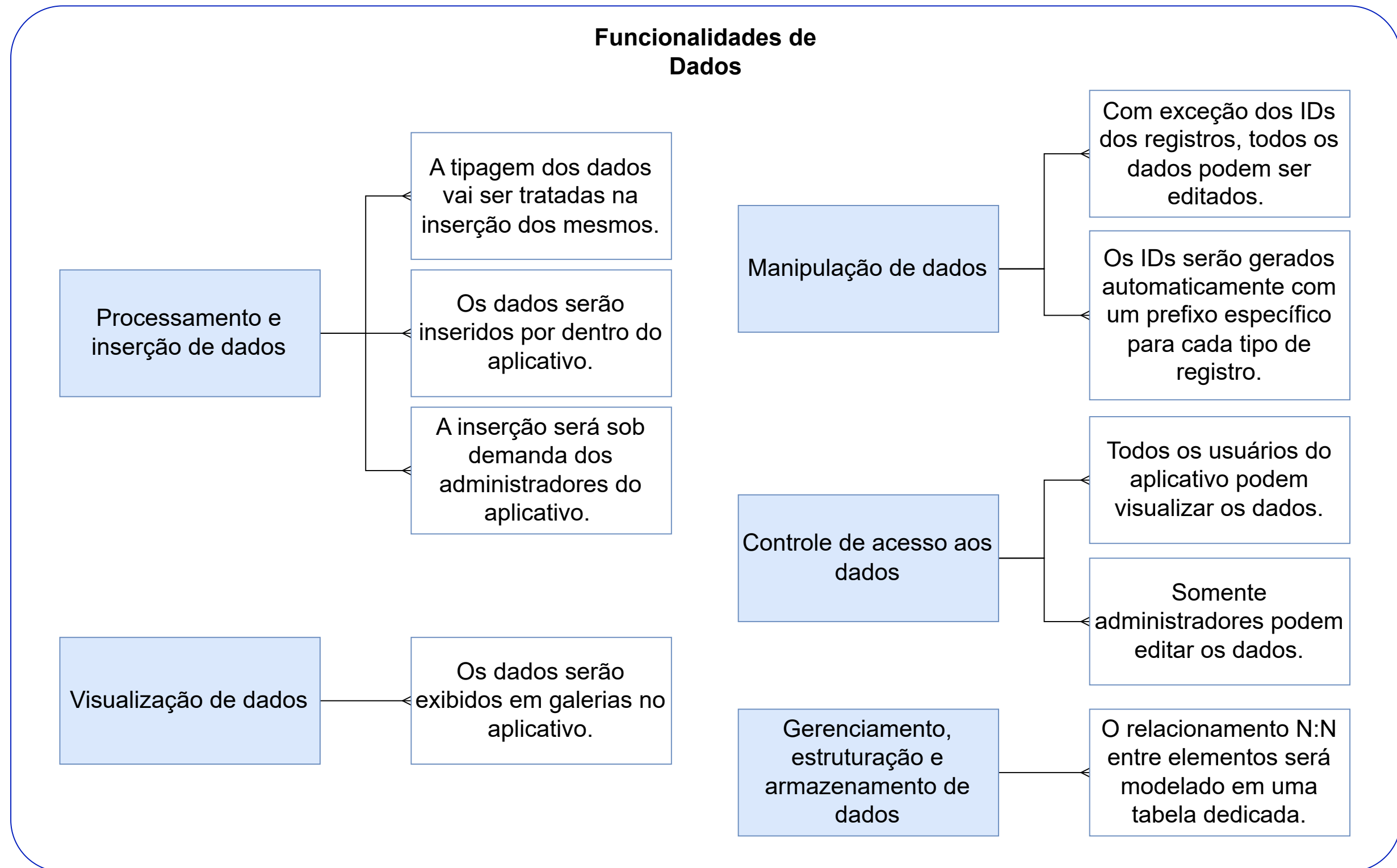
Propostas de Atuação - Arquiteturas



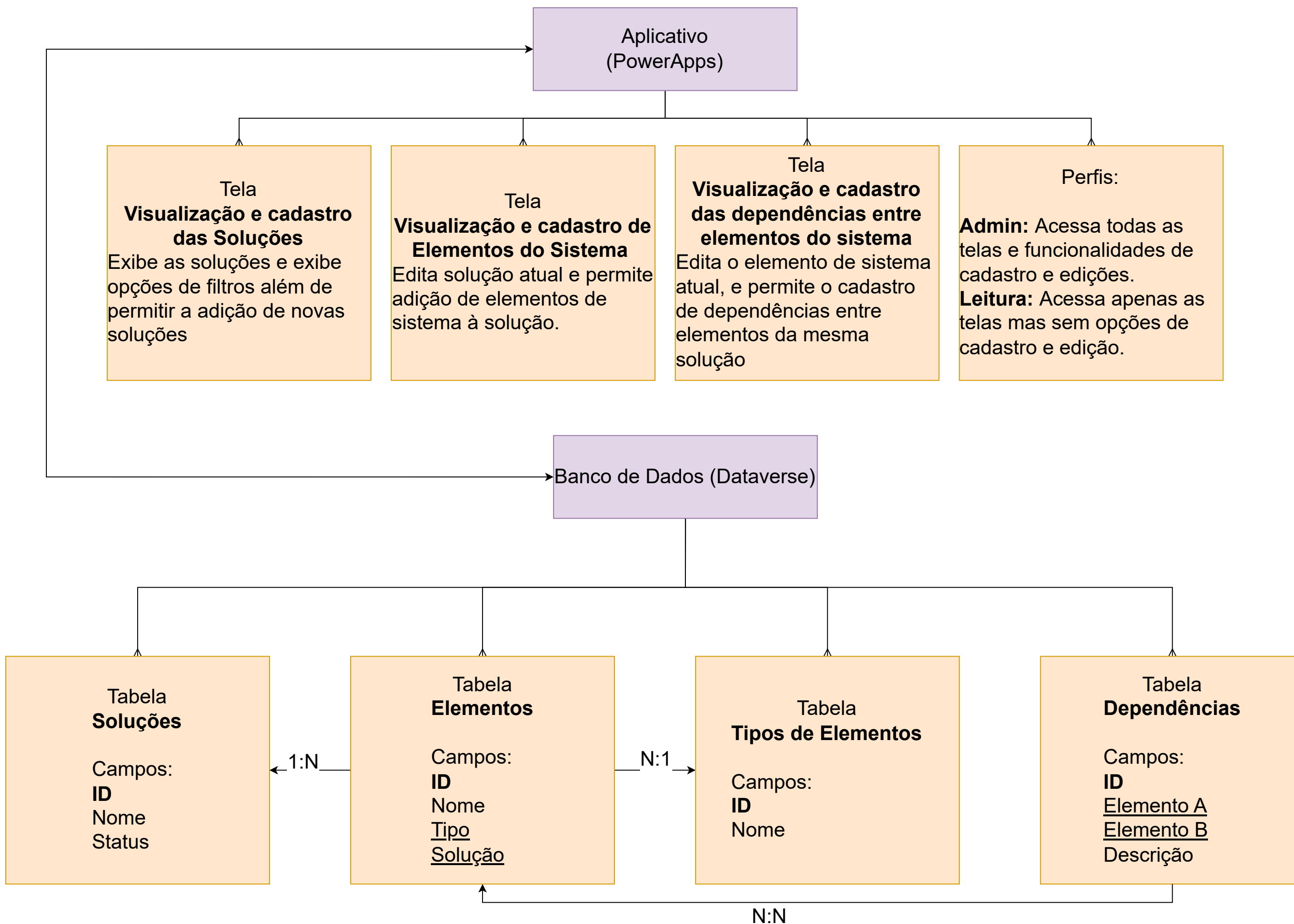
Propostas de Atuação - Arquiteturas



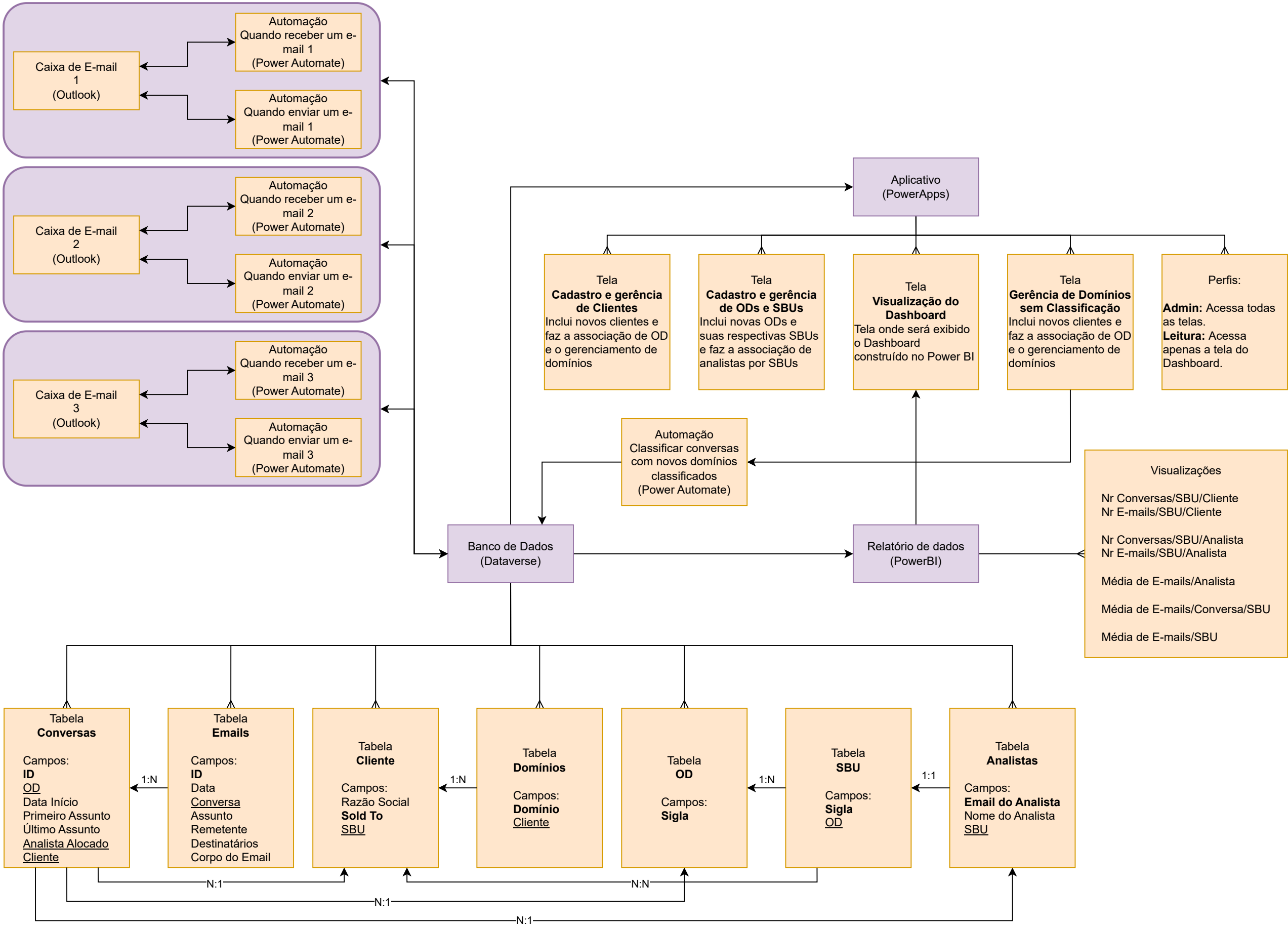
Propostas de Atuação - Aplicativo de Rastreabilidade



Propostas de Atuação - Aplicativo de Rastreabilidade



Resultados - Arquiteturas



Resultados - Arquiteturas

Criação das Histórias de Usuário

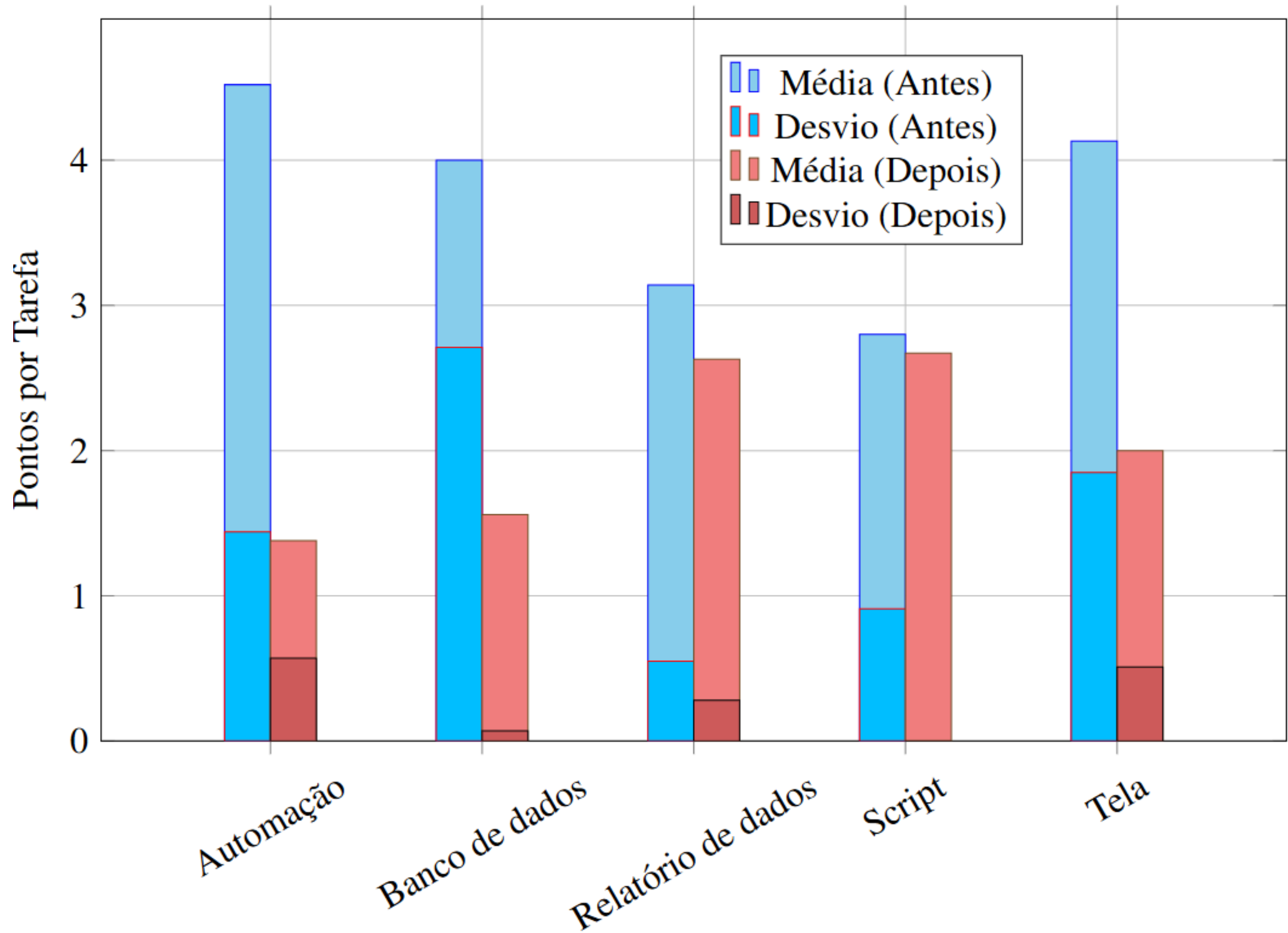
Categoria	Média de Pontos/Tarefas	Desvio Padrão de Pontos/Tarefas
Automação	4.52	1.44
Banco de dados	4.00	2.71
Relatório de dados	3.14	0.55
Script	2.80	0.91
Tela	4.13	1.85

Dados Históricos - 52 Histórias de Usuário de 9 soluções distintas

Categoria	Média de Pontos/Tarefas	Desvio Padrão de Pontos/Tarefas
Automação	1.38	0.57
Banco de dados	1.56	0.07
Relatório de dados	2.63	0.28
Script	2.67	0.00
Tela	2.00	0.51

Novos Dados - 25 Histórias de Usuário de 3 soluções distintas

Resultados - Arquiteturas



Resultados - Arquiteturas

Uso de agente de IA autônomo (*Microsoft Copilot*)

Solução	Tarefas Sugeridas	Tarefas Utilizadas	Diferença percentual
X	92	77	-16.3%
Y	44	51	13.7%
Z	12	12	0%

Aproveitamento do uso de agente de IA autônomo (*Microsoft Copilot*)

Artefatos para discussão com área cliente

- . Nível de detalhamento bem aceito
- . Engajamento das áreas clientes
- . Comprovação da definição validação de conceito

Resultados - Rastreabilidade

Rastreabilidade

Soluções

Pesquise pelo nome da solução

Adicionar

S1000	Solução X	Em Desenvolvimento
S1001	Solução Y	Em Produção (Interno)
S1002	Solução W	Em Inspeção de Qualidade
S1003	App Rastreabilidade	Em Produção (Interno)
S1004	Measurement Report	Em Produção (Interno)
S1005	Central de Faturas	Em Produção (Interno)

Tela da Soluções cadastradas

Rastreabilidade

Solução X

S1000 Em Desenvolvimento

Elementos do sistema

Tipo de elemento

Pesquise pelo nome do elemento

Adicionar

Voltar

Editar

ES1000	Elemento X1	Power Apps - Model Driven App
ES1001	Elemento X2	Script Python
ES1002	Elemento X3	Power Automate
ES1004	Elemento X4	Agente Copilot
ES1005	Elemento X5	Power Apps - Canvas App
ES1007	Elemento X6	Microsoft Forms
ES1008	Elemento X7	Tela

Tela dos Elementos de determinada solução

Resultados - Rastreabilidade

Rastreabilidade

< Voltar

Elemento X1

ES1000 Power Apps - Model Driven App

Editar

Dependências entre elementos

Pesquise pelo nome do elemento

Adicionar

DEP100000	Elemento: Elemento X2	Tipo: Script Python	Descrição: Teste
DEP100001	Elemento: Elemento X6	Tipo: Microsoft Forms	Descrição: Teste 2

Tela das Dependências de determinado elemento

Rastreabilidade

< Voltar

Elemento X2

ES1001 Script Python

Editar

Dependências entre elementos

Pesquise pelo nome do elemento

Adicionar

DEP100000	Elemento: Elemento X1	Tipo: Power Apps - Model Driven App	Descrição: TEste
-----------	-----------------------	-------------------------------------	------------------

Exemplo da associação cruzada de dependências

Resultados - Rastreabilidade

Rastreabilidade

Voltar

Send Reviewed Response

ES1021 Power Automate

Editar

Dependências entre elementos

Pesquise pelo nome do elemento

Adicionar

DEP100027	Elemento: Solicitações	Tipo: Dataverse - Tabela	Descrição: Leitura das informações do protocolo
DEP100011	Elemento: Central de Faturas - Managem...	Tipo: Power Apps - Canvas App	Descrição: Fluxo que notifica o fornecedor do resultado da análise
DEP100025	Elemento: Visualização e aprovação do p...	Tipo: Tela	Descrição: Acionamento do fluxo
DEP100026	Elemento: Anexos	Tipo: Dataverse - Tabela	Descrição: Leitura das informações das notas
DEP100028	Elemento:	Tipo: Caixa de E-mail	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100029	Elemento: Notificações	Tipo: Dataverse - Tabela	Descrição: Leitura dos motivos e templates HTML para o e-mail en...
DEP100030	Elemento: Evidências	Tipo: Dataverse - Tabela	Descrição: Leitura das evidências de reprovação

Situação que representa o cenário 1

Rastreabilidade

Voltar

C

ES1030 Caixa de E-mail

Editar

Dependências entre elementos

Pesquise pelo nome do elemento

Adicionar

DEP100032	Elemento: Attachments E-mail DEV	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100033	Elemento: Attachments E-mail QUAL	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100035	Elemento: Requester Response DEV	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100020	Elemento: Export Data	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100028	Elemento: Send Reviewed Response	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100031	Elemento: Attachments E-mail PROD	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100034	Elemento: Requester Response PROD	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação
DEP100036	Elemento: Requester Response QUAL	Tipo: Power Automate	Descrição: Caixa de e-mail para comunicação

Situação que representa o cenário 2

Resultados - Rastreabilidade

Rastreabilidade

Voltar

Editar

Solicitações

ES1041 Dataverse - Tabela

Dependências entre elementos

Pesquise pelo nome do elemento

Adicionar

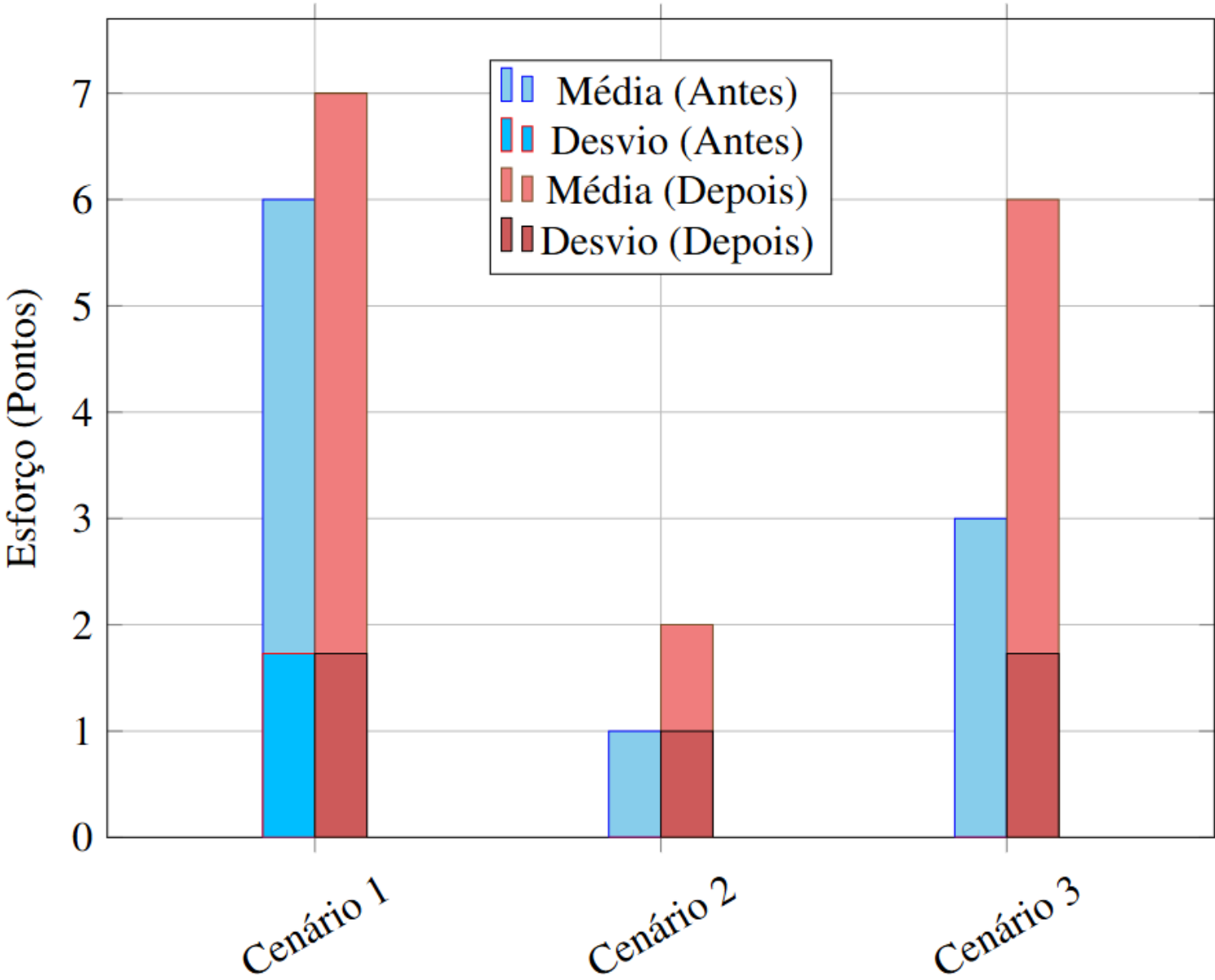
DEP100027	Elemento: Send Reviewed Response	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações do protocolo
DEP100045	Elemento: Clean Reproval Evidence	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100046	Elemento: Requester Response PROD	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100016	Elemento: Central de Faturas - Managem...	Tipo: Power Apps - Canvas App	Descrição: Leitura dos protocolos com as informações de envio
DEP100022	Elemento: Export Data	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações dos protocolos recebidos
DEP100037	Elemento: Central de Faturas de Serviços...	Tipo: Microsoft Forms	Descrição: Escrita das informações dos protocolos
DEP100039	Elemento: Central de Faturas de Serviços...	Tipo: Microsoft Forms	Descrição: Escrita das informações dos protocolos
DEP100041	Elemento: Requester Response QUAL	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100038	Elemento: Central de Faturas de Serviços...	Tipo: Microsoft Forms	Descrição: Escrita das informações dos protocolos
DEP100040	Elemento: Detalhes e logs do protocolo ...	Tipo: Tela	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100042	Elemento: Attachments E-mail PROD	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura e escrita das informações dos protocolos
DEP100043	Elemento: Attachments E-mail DEV	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100044	Elemento: Attachments E-mail QUAL	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100047	Elemento: Requester Response DEV	Tipo: Power Automate	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100048	Elemento: Visualização e aprovação do p...	Tipo: Tela	Descrição: Leitura das informações dos protocolos
DEP100049	Elemento: Anexos	Tipo: Dataverse - Tabela	Descrição: Relacionamento entre protocolos e notas de serviço

Situação que representa o cenário 3

Resultados - Rastreabilidade

Desenvolvedor	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
1	5	5	1	2	3	5
2	8	8	1	3	3	8
3	5	8	1	1	3	5
Média	6	7	1	2	3	6
Desvio Padrão	1.73	1.73	0.00	1.00	0.00	1.73

Comparação por cenários e desenvolvedores



Conclusões

Efetividade em aplicar os conhecimentos de Engenharia de Sistemas fora das indústrias clássicas e projetos tradicionais

É ressaltada a importância de um Ciclo de Vida estruturado

Constata-se a efetividade do mapeamento da rastreabilidade dos sistemas

Melhora do gerenciamento dos riscos operacionais e técnicos

Possíveis melhorias na representatividade dos dados e na coleta de novas métricas como tempo total de execução do projeto

Contribuição para o corpo de conhecimento da área trazendo a ES como ferramenta de transformação organizacional

Referências

INCOSE (2023). INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities. International Council on Systems Engineering (INCOSE), San Diego, CA, 5th edition.

Kossiakoff, A., Biemer, S. M., Seymour, S. J. & Flanigan, D. A. (2020). Systems Engineering: Principles and Practice. Wiley Series in Systems Engineering and Management. Wiley, Hoboken, NJ, 3rd edition.

McKinsey Global Institute (2017). A future that works: Automation, employment, and productivity.
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works>.

Pánkowska, M. (2024). Low code development cycle investigation. In Yang, X.-S., Sherratt, S., Dey, N. & Joshi, A., editors, Proceedings of Ninth International Congress on Information and Communication Technology, pages 265–275, Singapore. Springer Nature Singapore.

Rokis, K. & Kirikova, M. (2023). Exploring low-code development: A comprehensive literature review. page 68–86.

SEBoK Editorial Board (2024). The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK). The Trustees of the Stevens Institute of Technology, 2.11 edition. Acesso em: 14 jan. 2025. www.sebokwiki.org.

Sebrae (2023). Como a digitalização de processos impacta os resultados da empresa. Acesso em: 14 jan. 2025.