Smalg Platform: Uma Plataforma Educacional

Adriner Maranho de Andrade

Dalton Solano dos Reis (Orientador)

FURB
UNIVERSIDADE DE BLUMENAU

Roteiro

- Introdução
- Objetivos
- Fundamentação teórica
- Trabalhos correlatos
- Descrição
- Resultados e discussões
- Conclusões

Introdução

- A partir de uma perspectiva educacional, a ciência da computação pode se demonstrar desafiadora.
- A maioria dos abandonos ocorrem nos dois primeiros anos de estudo.
- Problemas na compreensão conceitual de programação pode levar os estudantes a sérios equívocos.

Introdução

- A utilização de ferramentas visuais que ilustram os conceitos de programação e o funcionamento do código podem ser úteis no processo educacional.

- O uso da abstração, como interfaces, e conceitos encontrados em testes automatizados podem ser uma estratégia na formulação de uma ferramenta de ensino.

Objetivos

- Desenvolver uma plataforma que servirá como uma ferramenta auxiliar no ensino de Ciência da Computação, em disciplinas como Algoritmo e Estrutura de dados.
  - Utilizar recursos de representação visual de execução.
  - Possibilitar a flexibilização do ensino ao professor.
  - Criar uma *engine* que gerará a partir do código desenvolvido uma representação visual de execução.
  - Definir formalmente uma estrutura que deverá ser utilizada para a codificação por parte do estudante.
  - Disponibilizar um material de apoio que servirá de documentação da plataforma.

Fundamentação Teórica

- Dificuldades no ensino da computação
  - O aprendizado pode ser desafiante para os alunos, principalmente aos que estão nos anos iniciais e nunca tiveram contato com a área.
  - O maior índice de desistência se apresenta nos dois primeiros anos.
  - Alunos que apresentam um maior índice de esforço possuem maiores chances de permanecer nos estudos.

Fundamentação Teórica

- Dificuldades no ensino da computação
  - Formulação de modelos mentais imprecisos podem dificultar o aprendizado.
  - Estudantes apresentam dificuldades em como desenvolver a solução para um problema e em como criar situações hipotéticas e excepcionais, para então encontrar situações de erro.
  - O primeiro passo para aprender programação normalmente é partindo de um pensamento humanizado, relacionado com a vida real, para então adentrar aos conceitos da programação.

Fundamentação Teórica

- O uso da visualização no ensino
  - Muitos dos conteúdos centrais da área, estão relacionados com abstrações. Não é possível ver ou tocar um algoritmo ou uma estrutura de dados.
  - Uma visualização de um programa expõe o que normalmente está escondido e implícito.
  - Professores realizam ilustrações em sala para demonstrar conceitos. Automatizar esse processo, é otimizar a quantidade de cenários e o tempo investido.

Fundamentação Teórica

- O uso da visualização no ensino
  - Alunos que se engajam com a ferramenta possuindo uma atividade mais ativa, apresentam melhores resultados do que os estudantes que utilizam a visualização somente passivamente.
  - O modo que o estudante interage com a visualização é mais importante do que as técnicas de visualização utilizadas.

Fundamentação Teórica

- Abstração na programação e interfaces
  - No princípio a abstração tinha como propósito de gerar uma generalização descritiva dos dados de um programa de modo que pudessem ser trabalhados sem se preocupar em qual máquina seriam executados.
  - A abstração surge como uma forma de encapsulamento, ocultando informações específicas e disponibilizando informações genéricas.

Fundamentação Teórica

- Abstração na programação e interfaces
  - Tipos de dados, como números e vetores, definem estruturas e operadores de como um dados será manipulado.
  - A inclusão da abstração em um tipo de dado caracteriza a possibilidade de uma de uma definição estrutural sem a necessidade de referenciar uma implementação real.
  - Dentro dos tipos de dados abstratos encontram-se as interfaces, que são especificações formais de comportamento. Sua estrutura é desacoplada de sua implementação.

Fundamentação Teórica

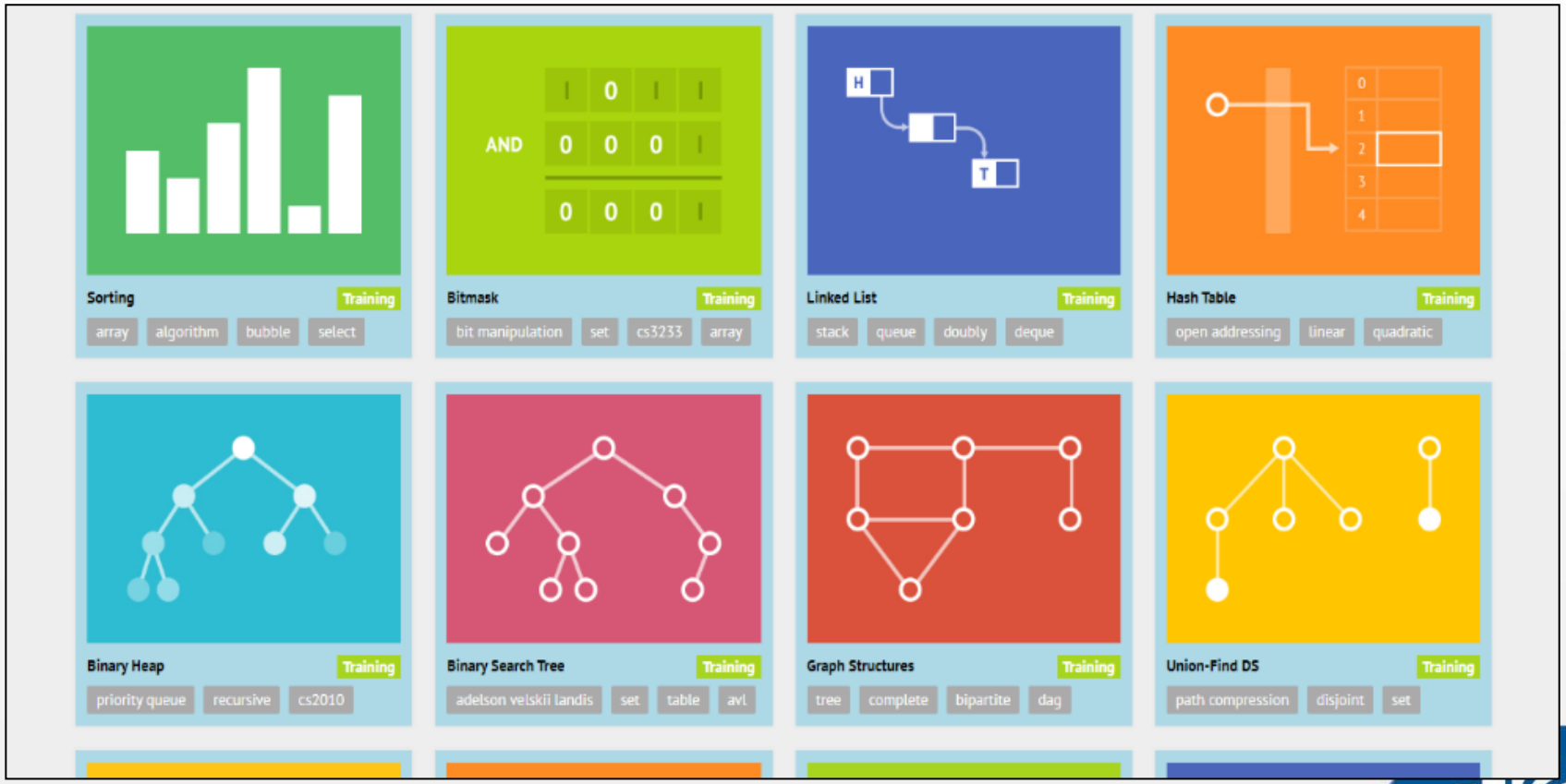
- Conceitos relacionados a utilização de testes
  - A utilização de testes vai além de garantir somente a execução de um programa sem erros.
  - O conceito de *test-first* implicitamente define uma interface e uma especificação de comportamento a ser seguida, antes de uma implementação.

Trabalhos correlatos

- Visualgo – Halim *et al.* (2012)
  - Tem como objetivo disponibilizar o aprendizado autodidático do aluno de vários algoritmos clássicos e não clássicos da área.
  - Possui acompanhamento passo a passo de execução.
  - Possui visualização gráfica da execução.
  - Apresenta uma plataforma unificada com diversos algoritmos diferentes.

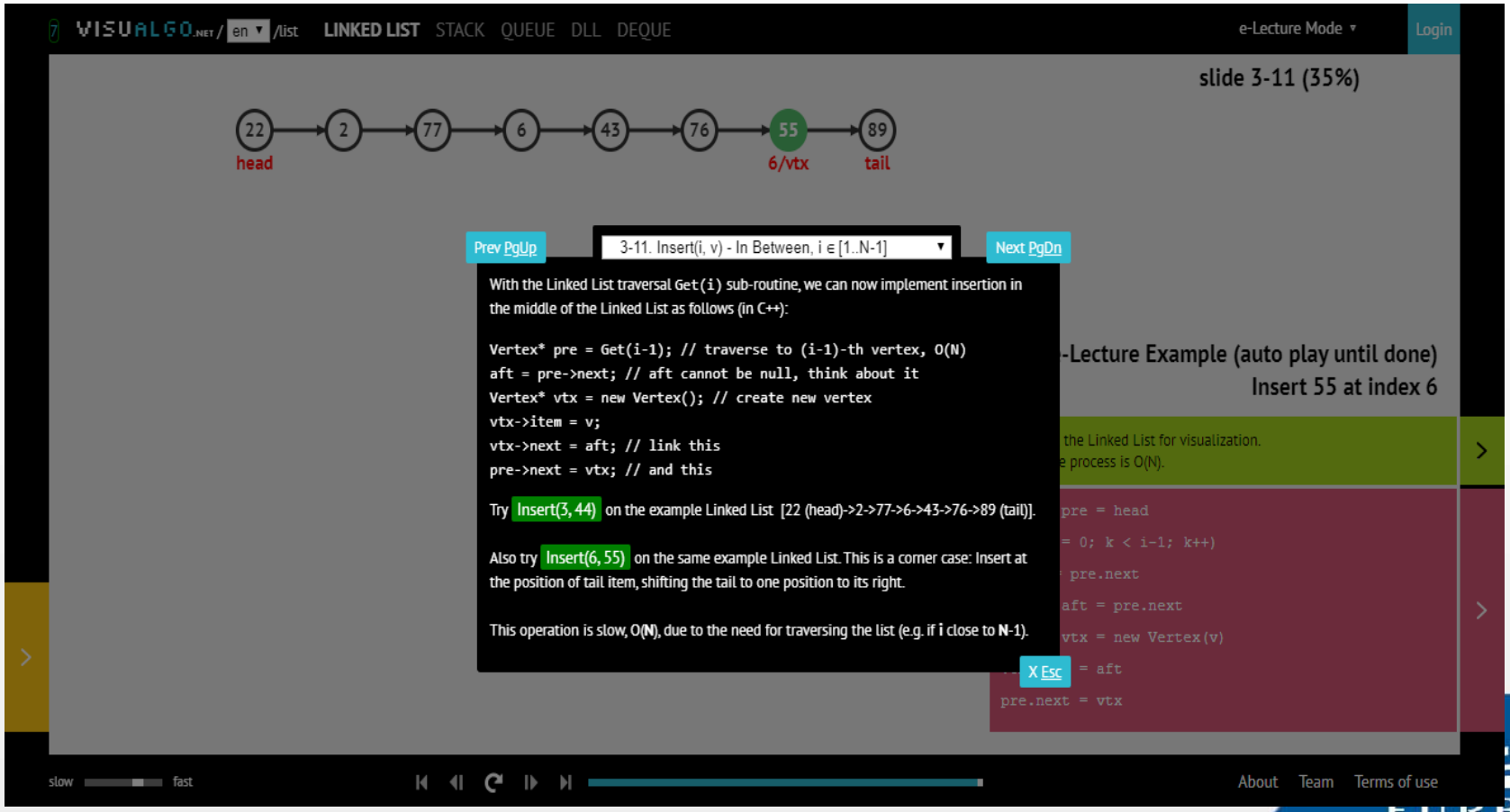
Trabalhos correlatos

- Visualgo – Halim *et al.* (2012)



Trabalhos correlatos

- Visualgo – Halim *et al.* (2012)



Trabalhos correlatos

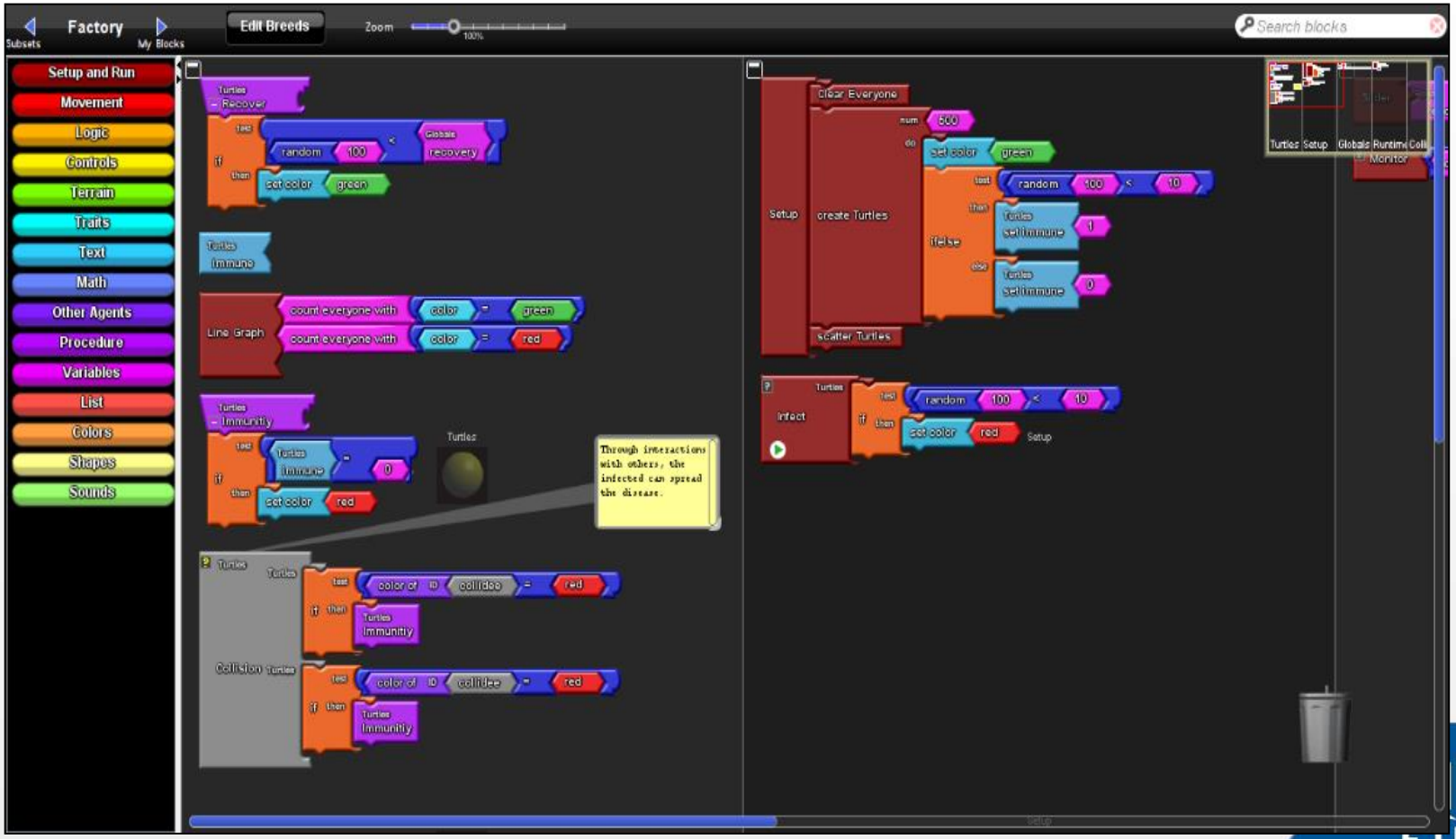
- Visualgo – Halim *et al.* (2012)
  - A ferramenta foi aplicada para dois grupos de usuários. O primeiro grupo foi composto por estudantes que participam de programação competitiva (24 respostas). Dentre os estudantes 54,1% afirmaram que a ferramenta ajudou a entender melhor o algoritmo.
  - O segundo grupo, composto por estudantes que participam de aceleração de algoritmos e estrutura de dados (7 respostas). Dentre os estudantes, 71% responderam que a ferramenta auxiliou a entender o algoritmo.

Trabalhos correlatos

- Starlogo TNG – Klopfer *et al.* (2009)
  - Tem como objetivo permitir alunos e professores do ensino médio modelar sistemas decentralizados através da programação baseada em agentes.
  - Permite a criação de cenários gráficos.
  - Apresenta flexibilidade para formular cenários.
  - Apresenta uma representação visual da execução.
  - A codificação é realizada em blocos.
  - Se baseia no método científico onde o usuário realiza interações com o ambiente, coleta informações e realiza novas interações que resultarão em novas conclusões.

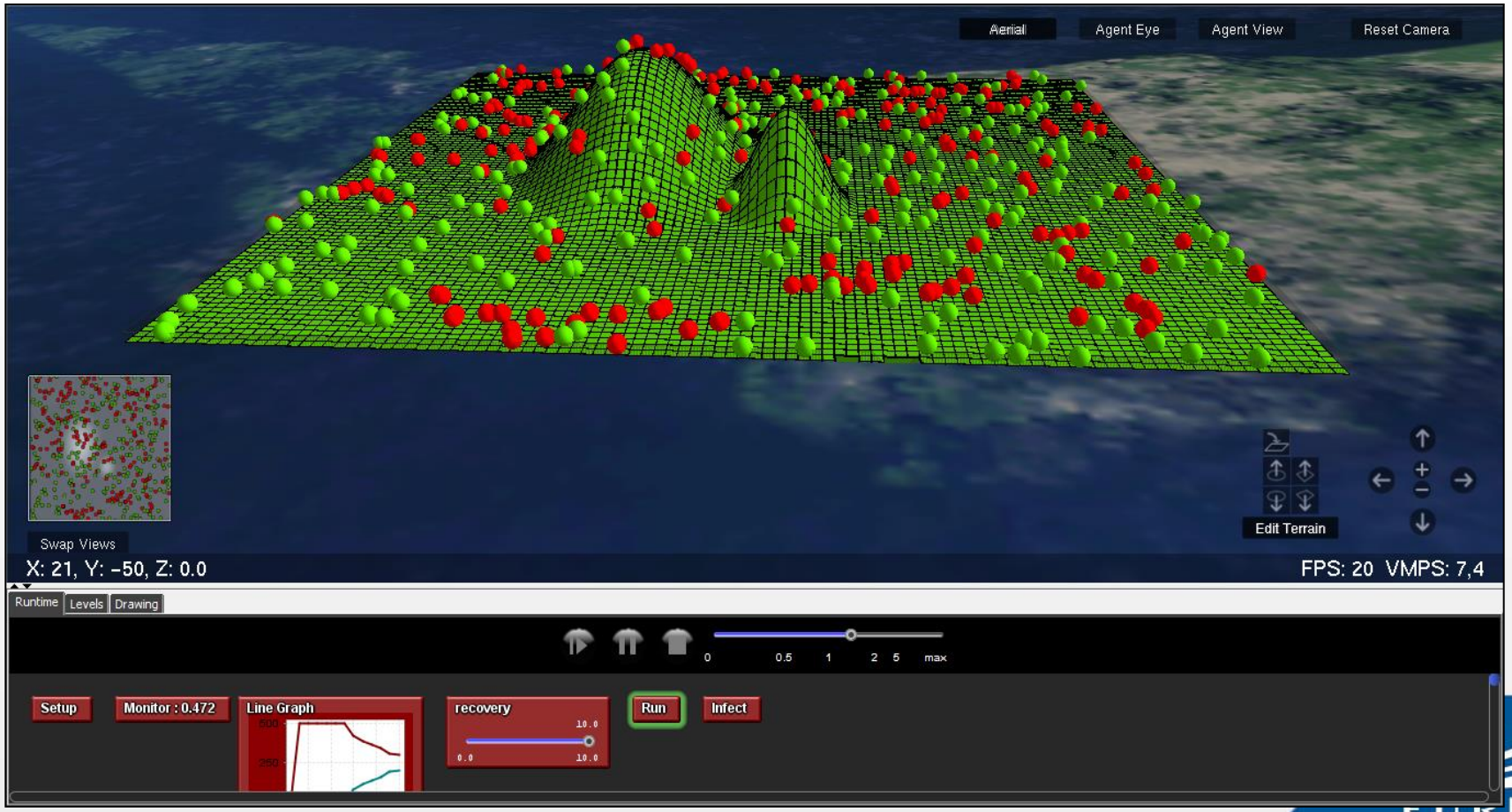
Trabalhos correlatos

- Starlogo TNG – Klopfer *et al.* (2009)



Trabalhos correlatos

- Starlogo TNG – Klopfer *et al.* (2009)



Trabalhos correlatos

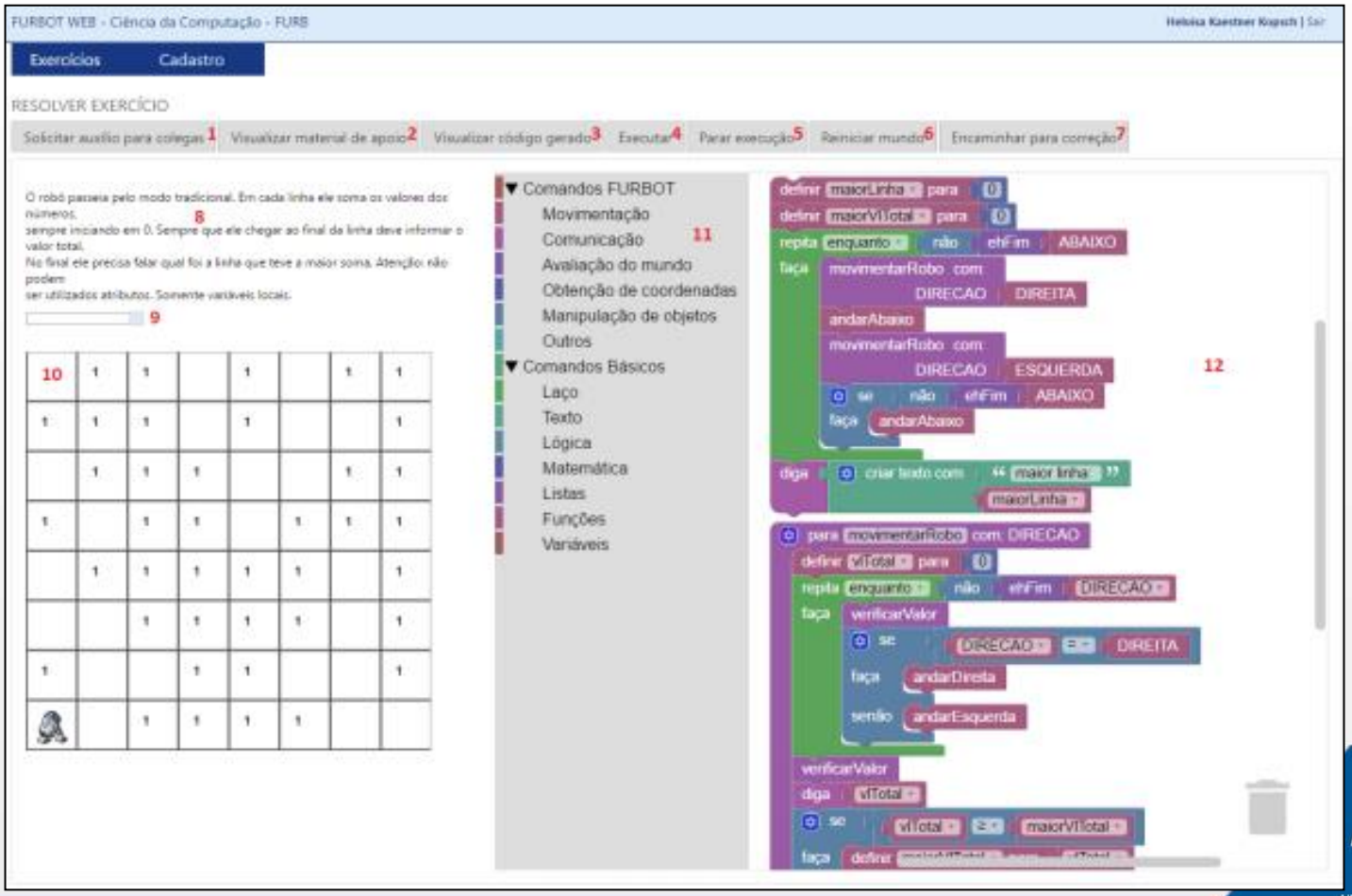
- Starlogo TNG – Klopfer *et al.* (2009)
  - Concluiu que o uso de jogos, simulações e programação proporcionam o potencial de promover o entendimento do estudante.

Trabalhos correlatos

- Furbot Web – Kopsch (2016)
  - Tem como objetivo desenvolver uma plataforma web adaptativa para ensino de programação, tendo como base um framework para representações visuais e aprendizado lógico, chamado FURBOT.
  - Permite o cadastro de turmas.
  - Permite o gerenciamento de exercícios com suporte a correção do professor.
  - Possui o gerenciamento de perguntas.
  - Apresentação uma representação visual da execução do meio do framework FURBOT.
  - A programação é realizada por meio de blocos.

Trabalhos correlatos

- Furbot Web – Kopsch (2016)



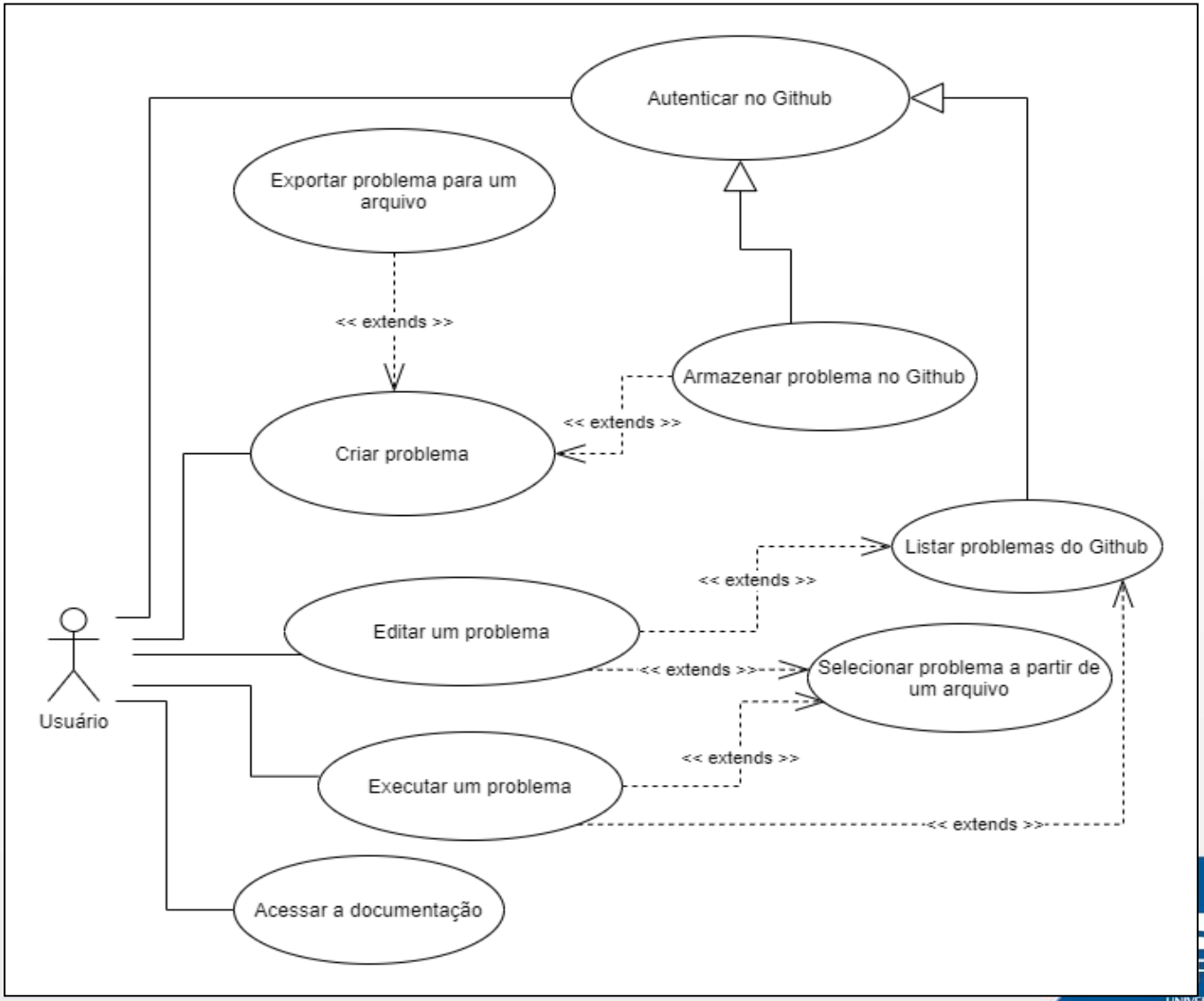
Trabalhos correlatos

- Furbot Web – Kopsch (2016)
  - O objetivo de criação de uma plataforma Web adaptativa foi realizado com sucesso.
  - A disponibilidade web facilitou a adesão de usuários e simplificou a experiência.
  - A programação em blocos é atrativa para estudantes que ainda não trabalharam com programação escrita, mas pode deixar de ser interessante para aqueles que já tiveram contato com programação escrita.

Visão conceitual da ferramenta

- A ferramenta tem como objetivo ser uma plataforma educacional para aprendizagem de programação através da flexibilização do ensino e da visualização de algoritmos.
- Não se busca a substituição de uma figura educadora.
- A geração do conteúdo se dá principalmente através de **problemas**.
- Existem dois tipos de papéis: o educador e o estudante.
- Para facilitar o gerenciamento dos problemas, foi realizada uma integração com o Github.

Visão conceitual da ferramenta



Visão conceitual da ferramenta

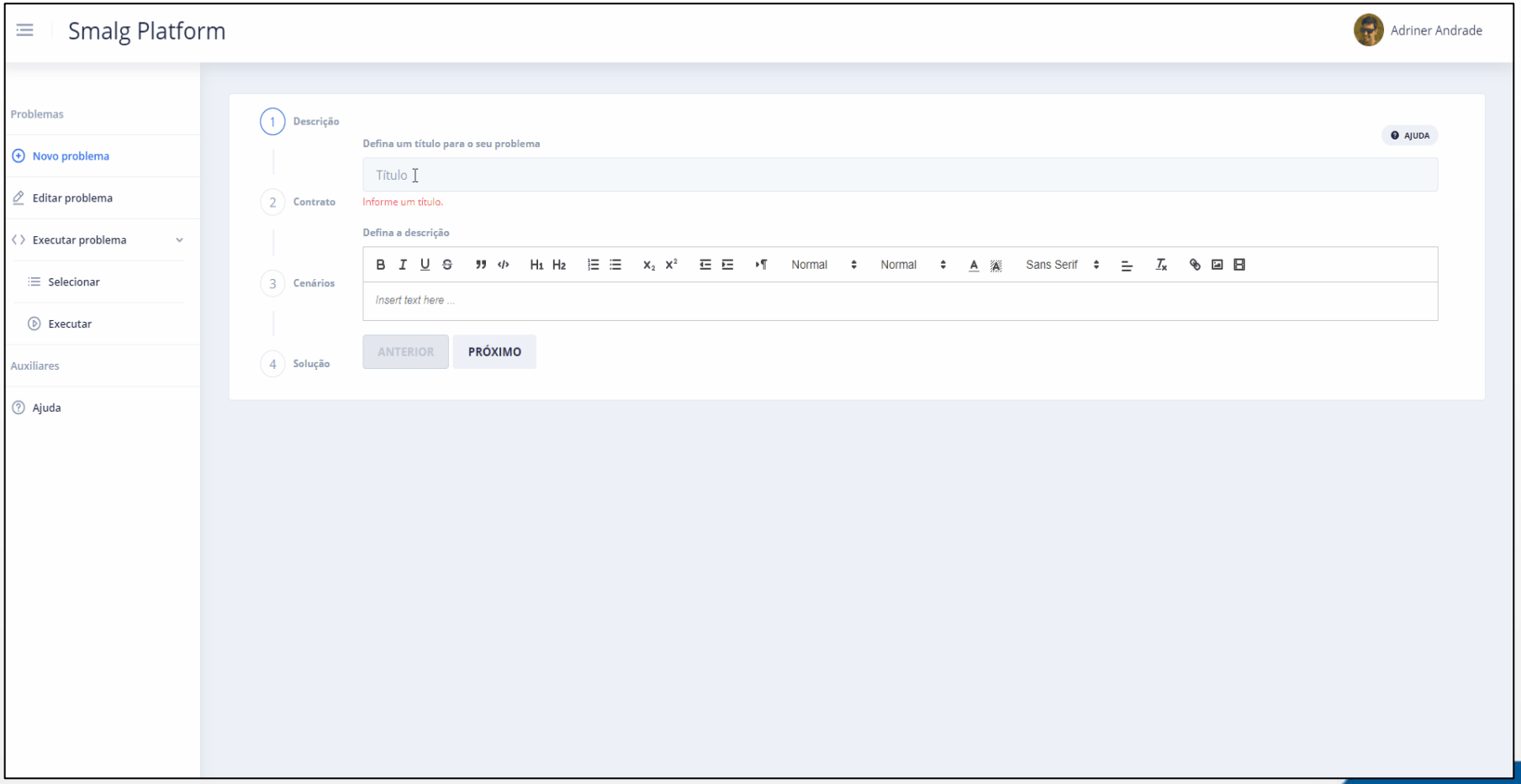
- Duas ações macros norteiam a ferramenta: a criação de um problema e a execução de um problema.

- A seguir será detalhado o processo de criação de um problema.

Visão conceitual da ferramenta

- O primeiro passo consiste na definição de um título e uma descrição.
- A descrição disponibiliza um editor rico, para que o professor consiga adicionar seus próprios materiais, como imagens, links e vídeos.

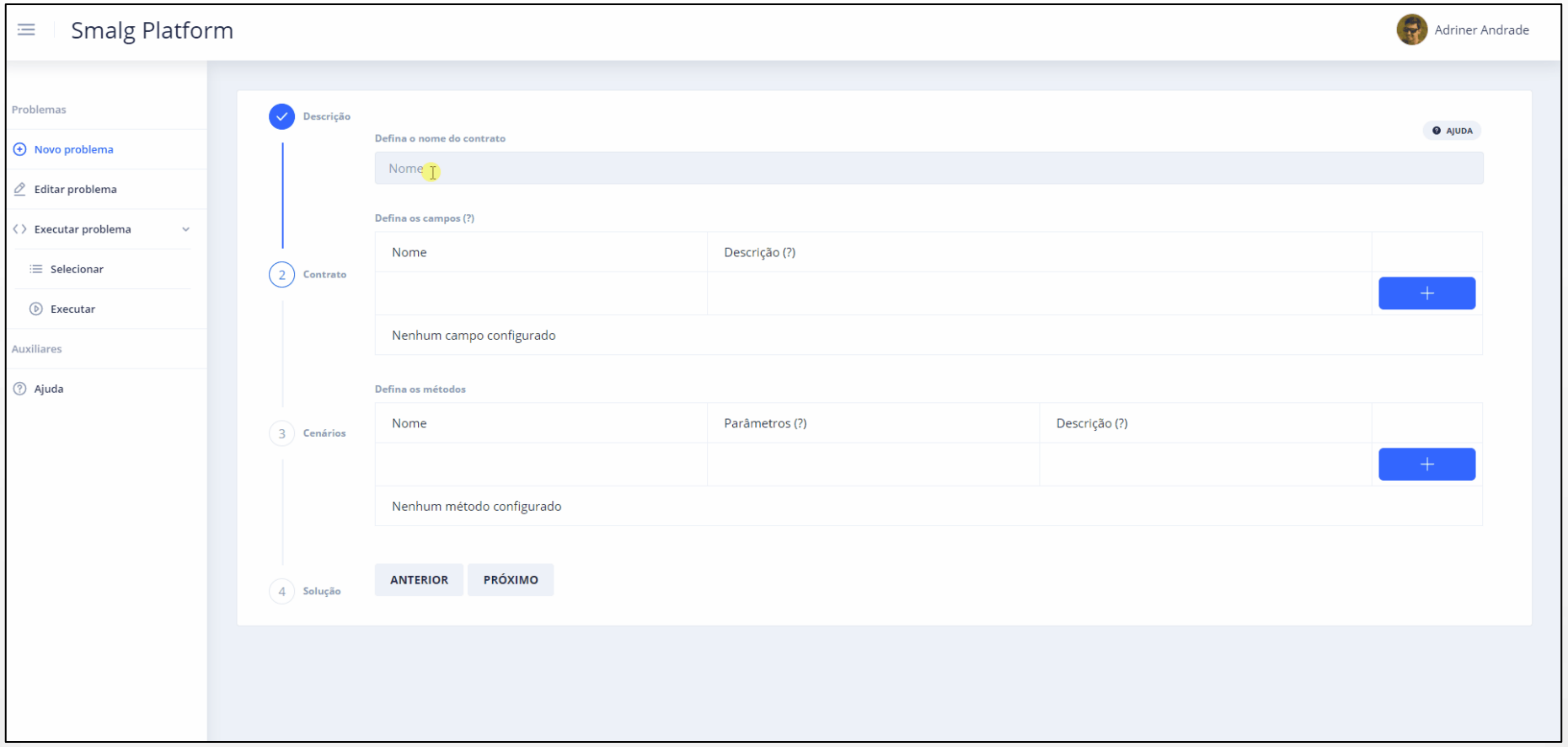
Visão conceitual da ferramenta



Visão conceitual da ferramenta

- O segundo passo consiste na definição de uma interface, que se refere a abstração da implementação. O termo utilizado na ferramenta para esse conceito foi **contrato**.
- No contrato é definido o nome, os campos e os métodos que deverão ser implementados.
- A partir do contrato é gerado o esqueleto da classe de implementação da solução do problema.

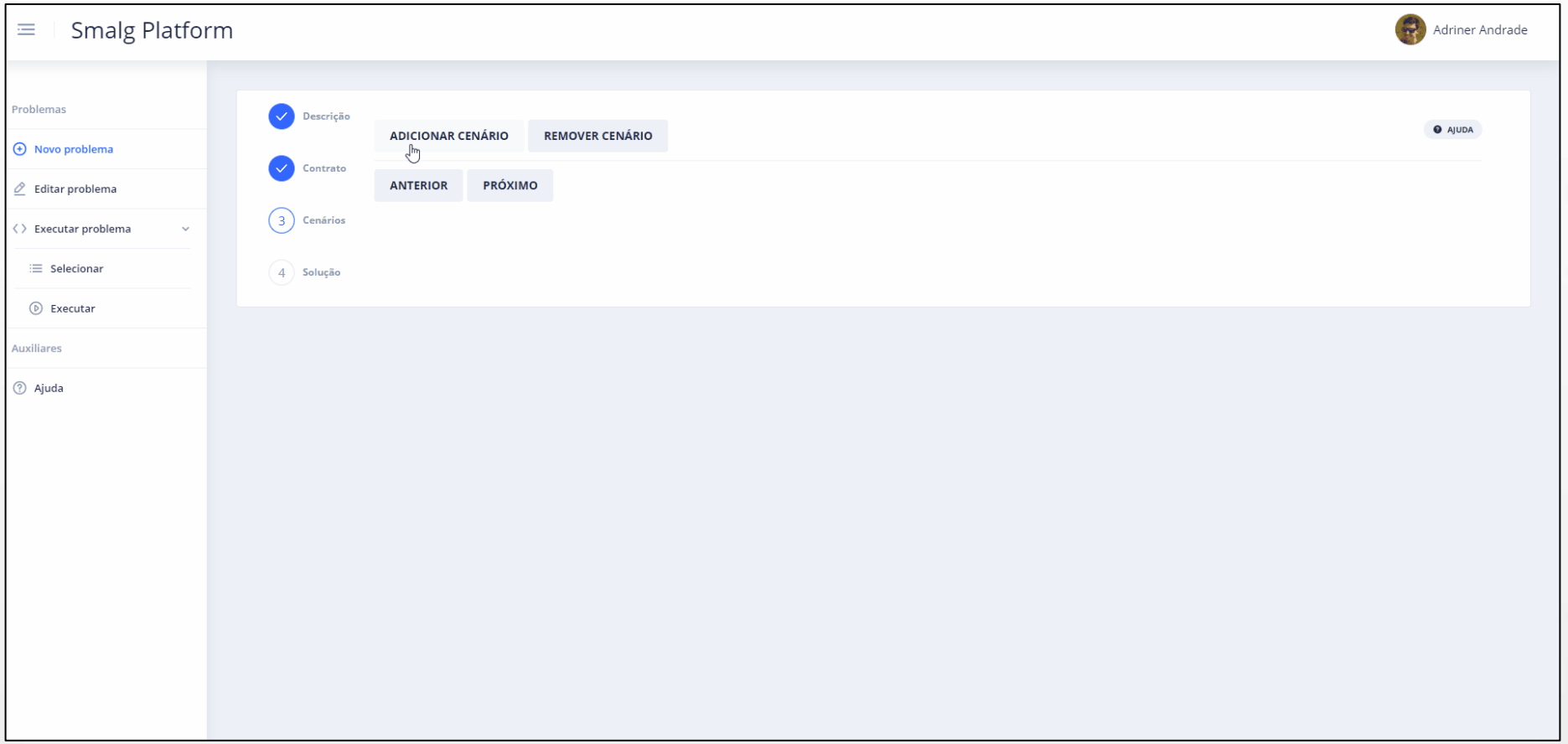
Visão conceitual da ferramenta



Visão conceitual da ferramenta

- O terceiro passo consiste na definição dos **cenários**. A ideia de um cenário é que ele funcione como pequenos trechos de execução, segmentados em pequenas partes que juntos validem o todo.
- A ideia de segmentar é que o estudante trabalhe com unidades lógicas menores, tornando a visualização e execução simplificada.
- A variável disponibilizada no cenário contendo a abstração da solução será o nome do contrato em *camel case*.
- A linguagem a ser utilizada na codificação é JavaScript.

Visão conceitual da ferramenta



Visão conceitual da ferramenta

- Na criação de um cenário é disponibilizado um objeto chamado `context`.

Método	Descrição
`context.newObject(): SmalgObject;`	Cria um objeto.
`context.newContainer(t: int): SmalgContainer;`	Cria um container, sendo `t` o tamanho do container.
`context.getObjects();`	Obtém todos os objetos criados.
`context.getContainers();`	Obtém todos os containers criados.
`context.getPrimitives();`	Obtém todas as primitivas criadas.
`context.clear(e: any);`	Limpa um elemento do contexto, sendo `e` o elemento.

Visão conceitual da ferramenta

- Um objeto será representado por uma estrutura chave/valor `SmalgObject`.

Método	Descrição
`object.set(c: string, v: any): void`	Atribui um valor a partir de uma chave.
`object.get(c: string): any`	Cria um container, sendo t o tamanho do container.

- Um container será representado por uma estrutura semelhante a um vetor, com tamanho fixo, chamada `SmalgContainer`.

Método	Descrição
`container.set(i: int, v: any)`	Atribui um valor a partir de uma chave.
`container.get(c: int): any`	Cria um container, sendo t o tamanho do container.
`container.size(): int`	Retorna o tamanho do container.

Visão conceitual da ferramenta

- Na criação de um cenário também é disponibilizado um objeto chamado `assertion`.

Método	Descrição
`assertion.assertEquals(e1: any, e2: any, m: string);`	Verifica se dois elementos são iguais, sendo v1 o primeiro elemento, v2 o segundo elemento e m a mensagem de erro.
`assertion.assertTrue(e: any, m: string);`	Verifica se o elemento passado é verdadeiro, sendo e o elemento e m a mensagem de erro.
`assertion.assertFalse(e: any, m: string);`	Verifica se o elemento passado é falso, sendo e o elemento e m a mensagem de erro.
`assertion.fail(m: string);`	Força o erro na execução, sendo m a mensagem de erro.

Visão conceitual da ferramenta

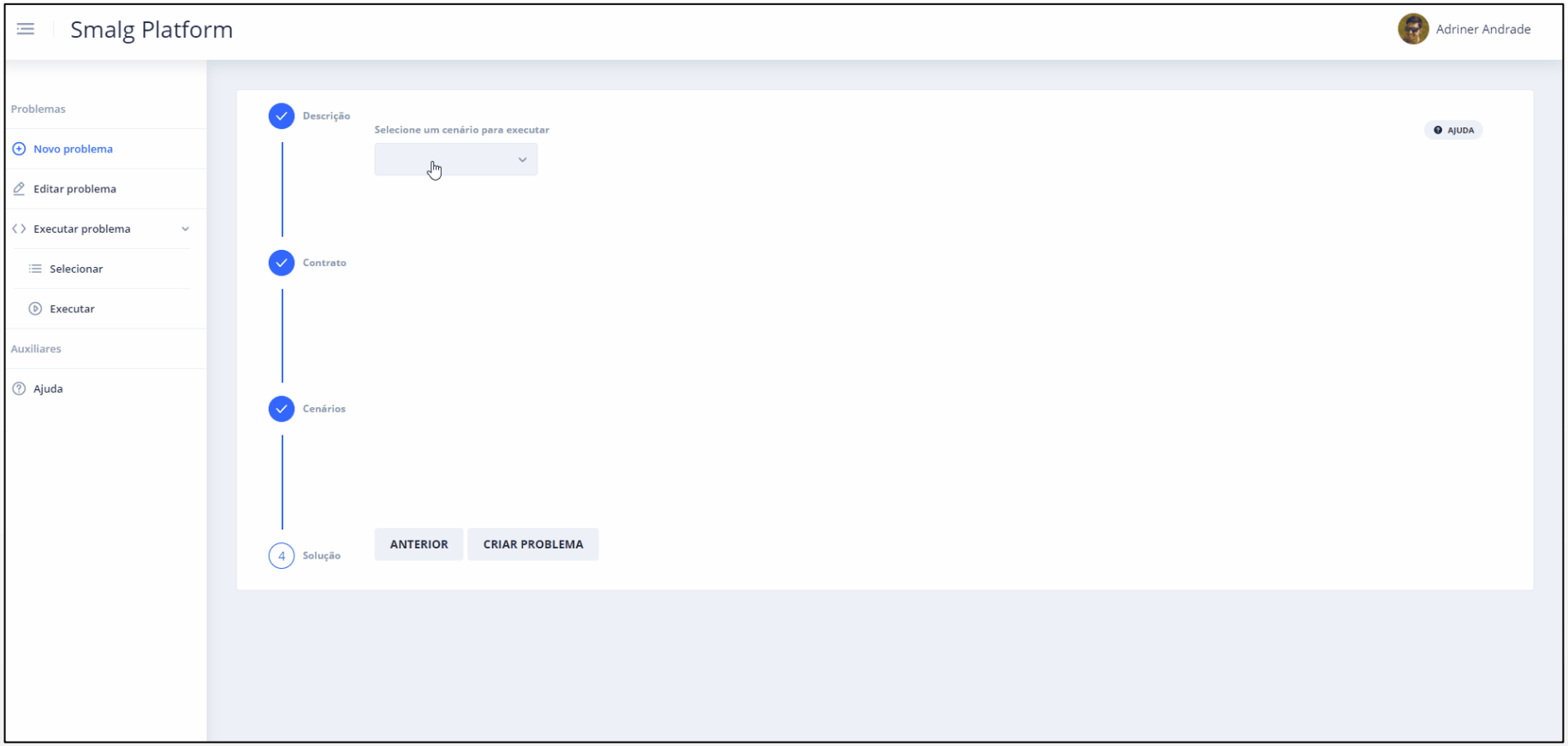
- Exemplo de um código válido para um cenário.

```
1   listaDinamica.inicializar(2);
2
3   listaDinamica.adicionar(1);
4   listaDinamica.adicionar(2);
5   listaDinamica.adicionar(3);
6   context.clear(context.getContainers()[0]);
7   listaDinamica.adicionar(4);
8   listaDinamica.adicionar(5);
9   context.clear(context.getContainers()[0]);
10  listaDinamica.adicionar(6);
11
12  const objects = context.getObjects();
13  const containers = context.getContainers();
14  const primitives = context.getPrimitives();
15
16  assertion.assertEquals(0, objects.length, 'Não podem ser utilizados containers nesse problema.');
17  assertion.assertEquals(8, containers[0].properties.size, 'O tamanho do segundo container deveria ser 6.');
18  assertion.assertEquals(1, containers[0].container[0], 'O primeiro elemento deveria ser 1.');
19  assertion.assertEquals(2, containers[0].container[1], 'O segundo elemento deveria ser 2.');
20  assertion.assertEquals(3, containers[0].container[2], 'O terceiro elemento deveria ser 3.');
21  assertion.assertEquals(4, containers[0].container[3], 'O quarto elemento deveria ser 4.');
```

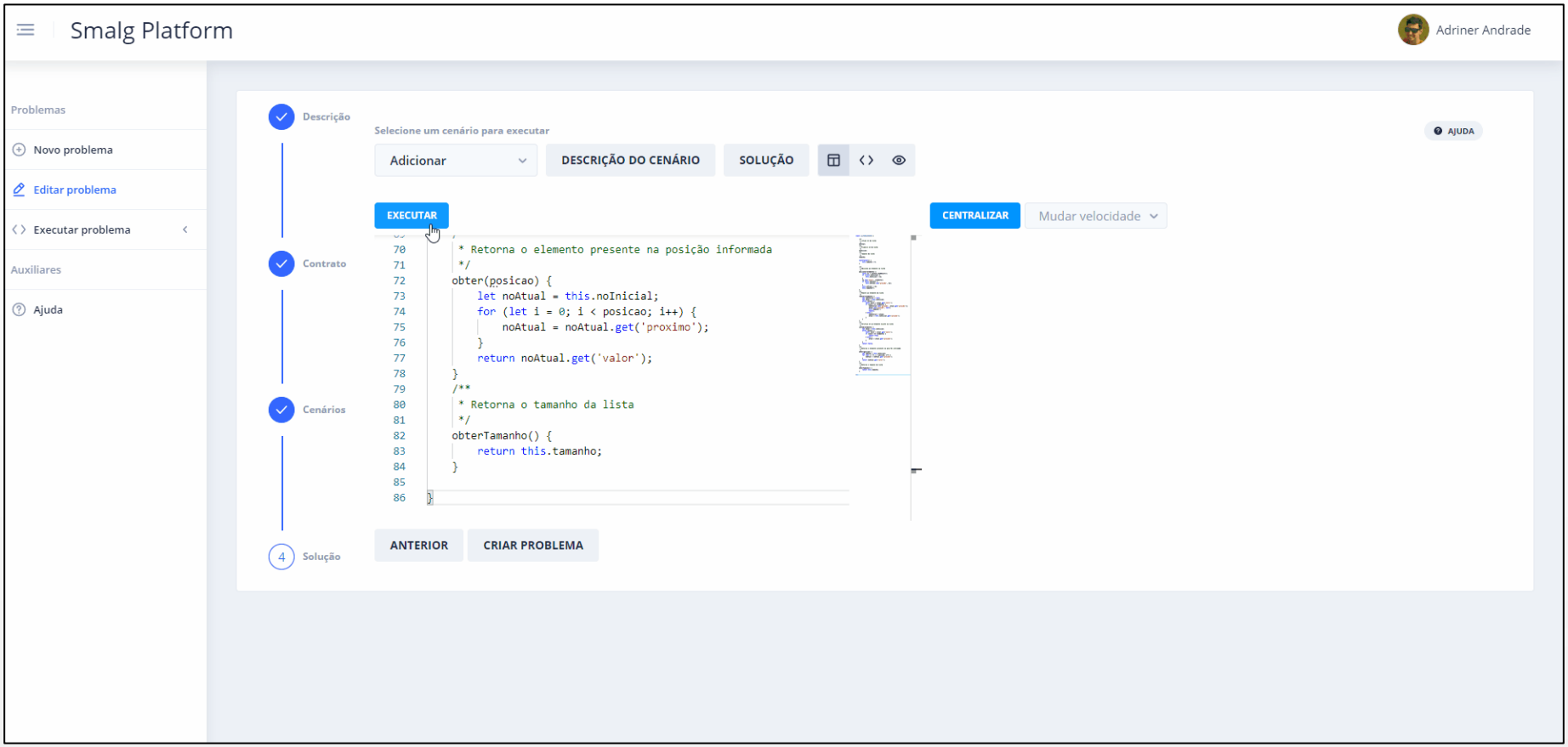
Visão conceitual da ferramenta

- O quarto passo é a definição da solução. Nesta etapa é onde os cenários criados poderão ser validados e visualizados em cima de uma solução.
- A classe para implementação gerada para ser utilizada na solução é apenas um esqueleto contendo o nome, os campos e os métodos definidos no contrato, conforme a sua documentação.

Visão conceitual da ferramenta



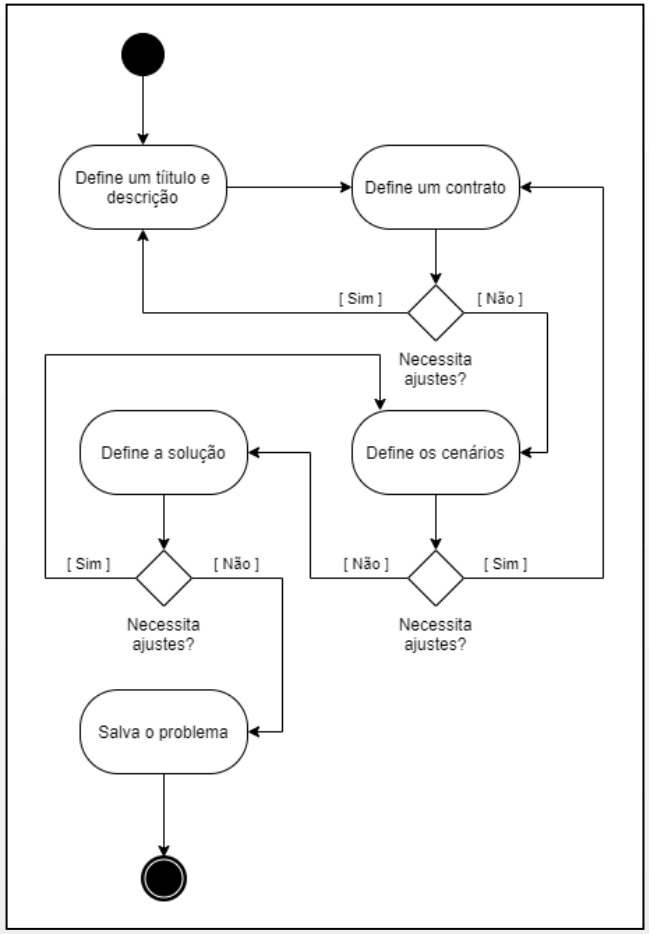
Visão conceitual da ferramenta



FURB
UNIVERSIDADE DE BLUMENAU

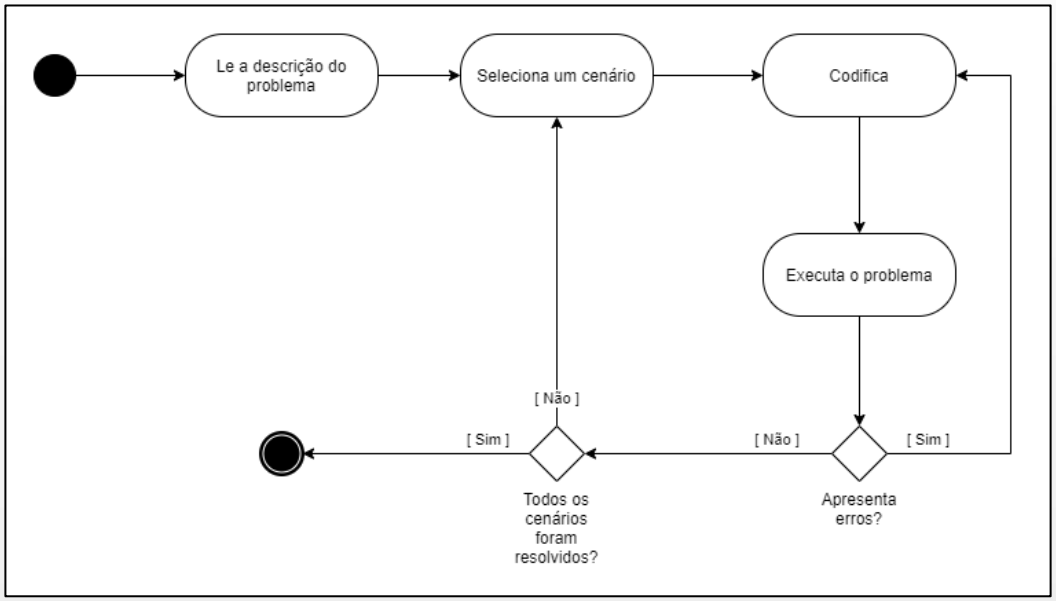
Visão conceitual da ferramenta

- No geral, o processo pode ser descrito pelo seguinte fluxograma.



Visão conceitual da ferramenta

- Após a criação de um problema, ele poderá ser executado.
- Ao usuário abrir o problema ele terá disponibilizado a descrição cadastrada e um local no qual terá a classe abstrata que deverá ser implementada. O processo é semelhante a etapa de solução da criação de um problema.

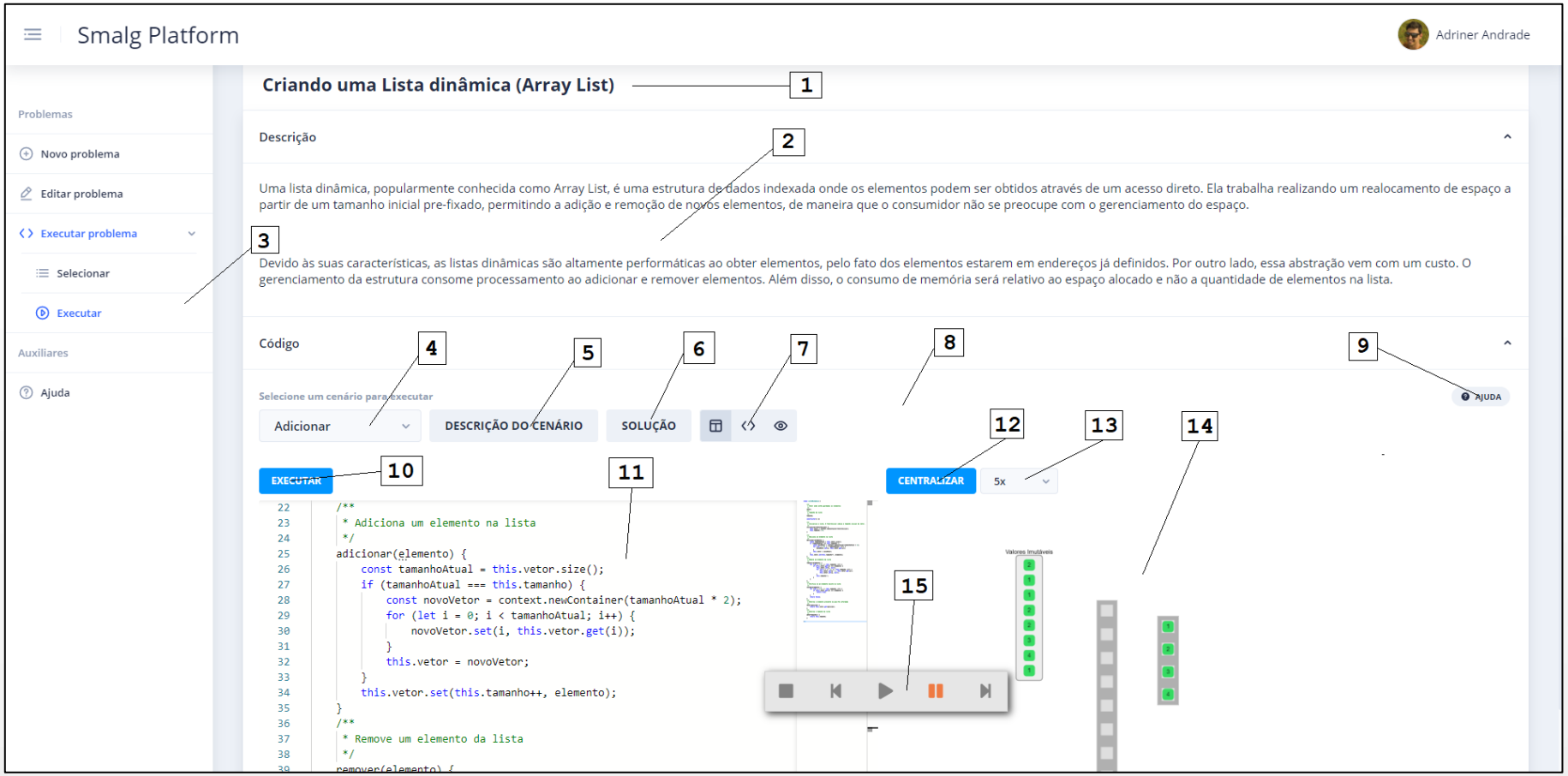


Visão conceitual da ferramenta

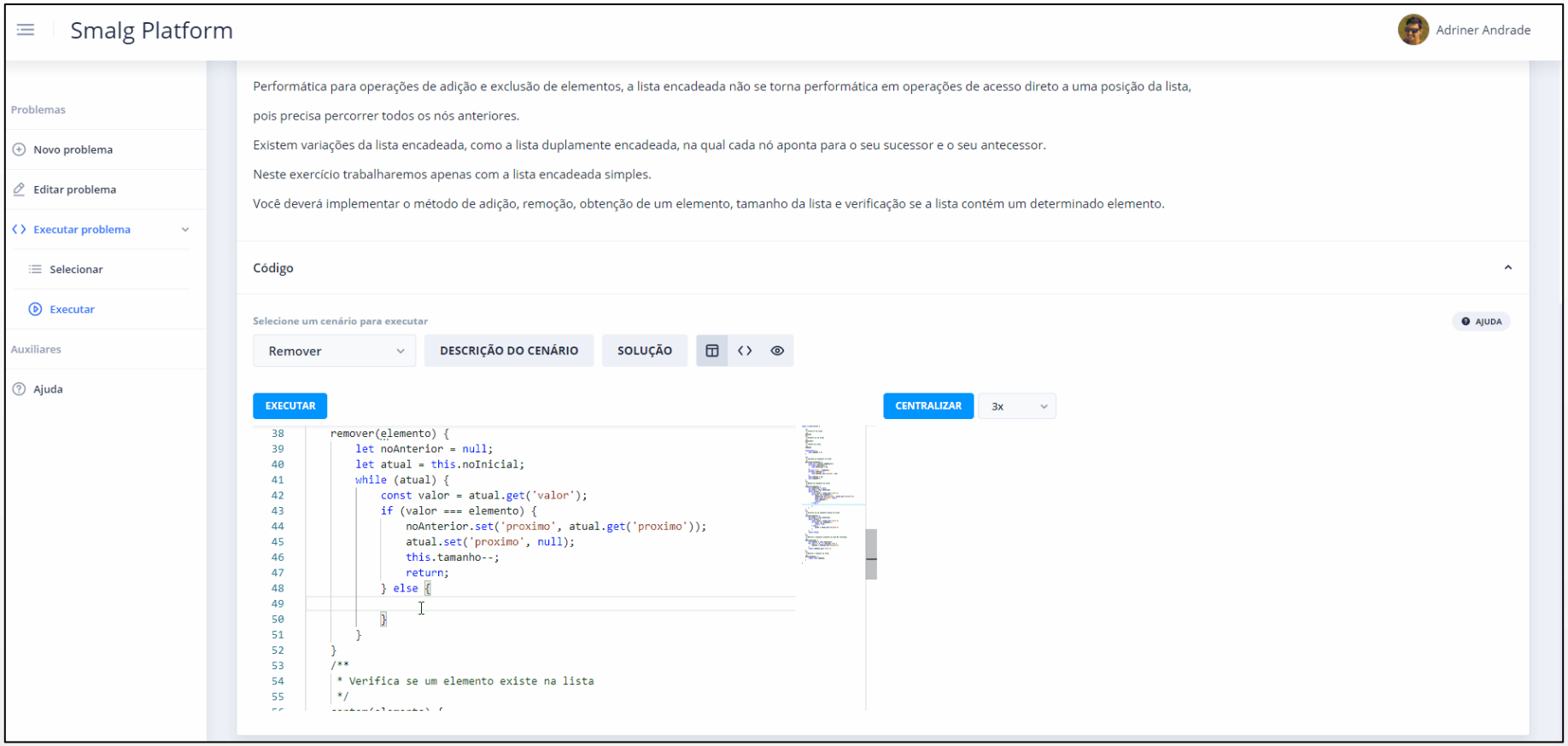
- Para a solução o estudante deverá utilizar o objeto `context` para criar objetos e vetores. Objetos e vetores do JavaScript puros, não serão considerados durante a execução.

Método	Descrição
`context.newObject(): SmalgObject;`	Cria um objeto.
`context.newContainer(t: int): SmalgContainer;`	Cria um container, sendo t o tamanho do container.

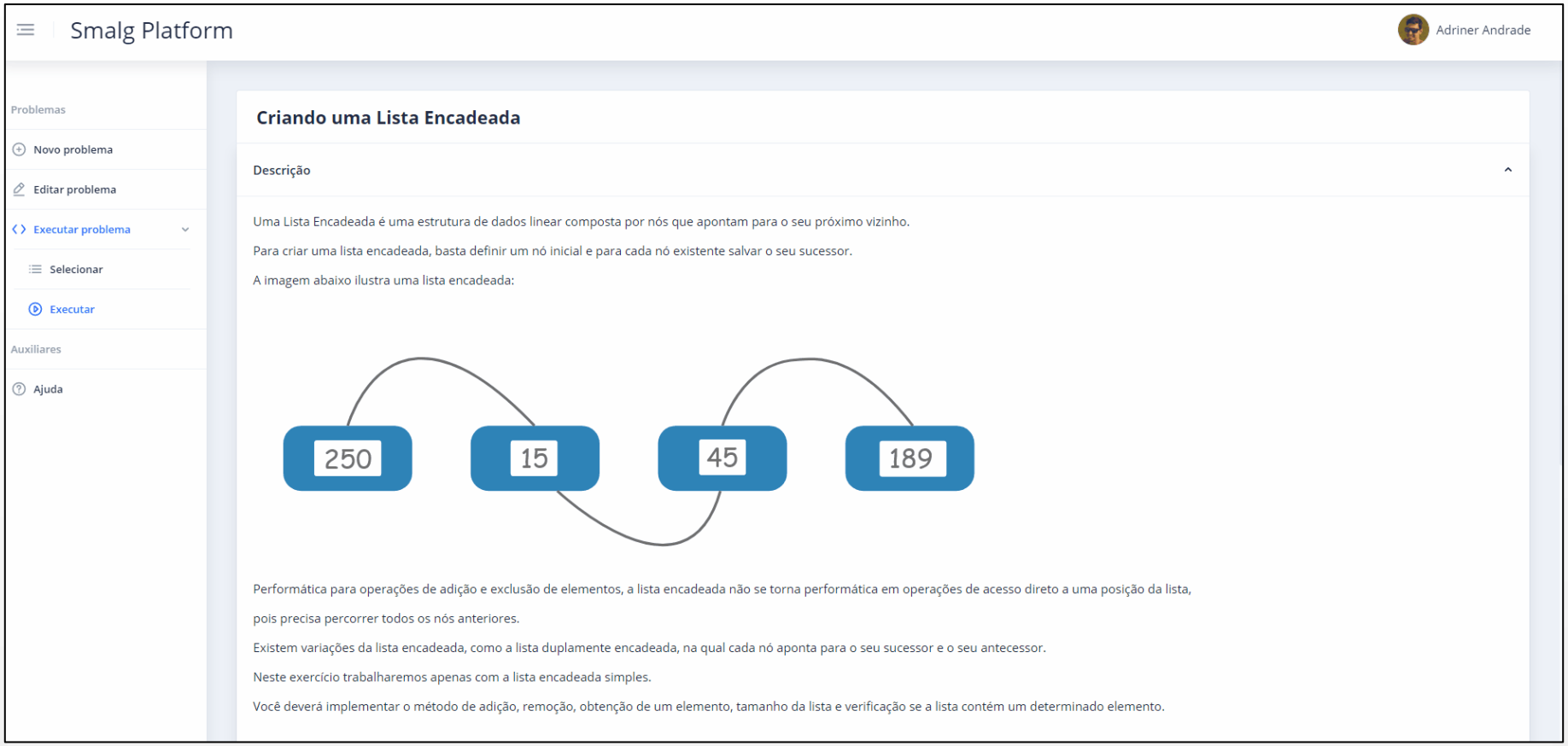
Visão conceitual da ferramenta



Visão conceitual da ferramenta



Visão conceitual da ferramenta

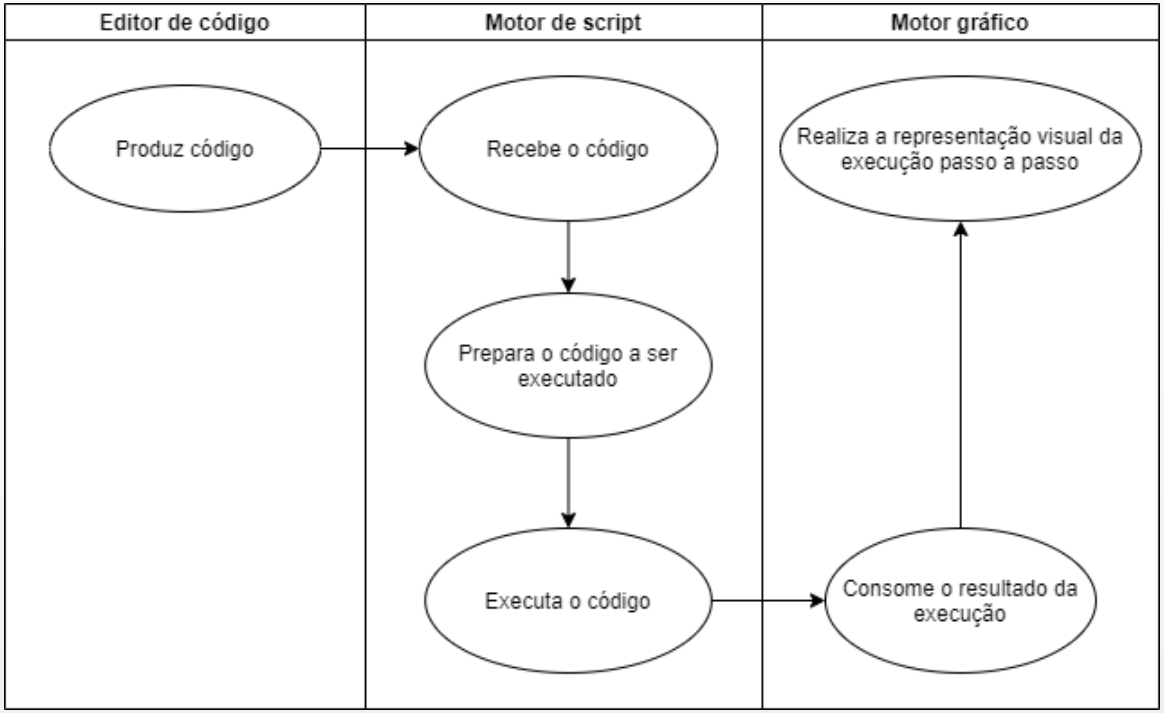


Implementação

- A ferramenta foi desenvolvida para a plataforma web para os navegadores Microsoft Edge v87.0.664.41, Google Chrome v87.0.4280.66 e Mozilla Firefox v83.0, não tendo foco em disponibilidade para plataformas móveis.
- Como alternativa para facilitar o uso, foi implementada uma integração com o Github através de autenticação OAuth2.0.
- Para desenvolvimento do frontend foi utilizado o framework Angular 10+, tendo como base o projeto Ngx Admin.
- O componente utilizado para realizar a codificação do cenário e da solução do problema foi o Monaco Editor.
- Para a representação visual foi utilizado a biblioteca Cytoscape.js.
- Como opção de editor de texto rico foi utilizado a biblioteca QuillJS.

Implementação

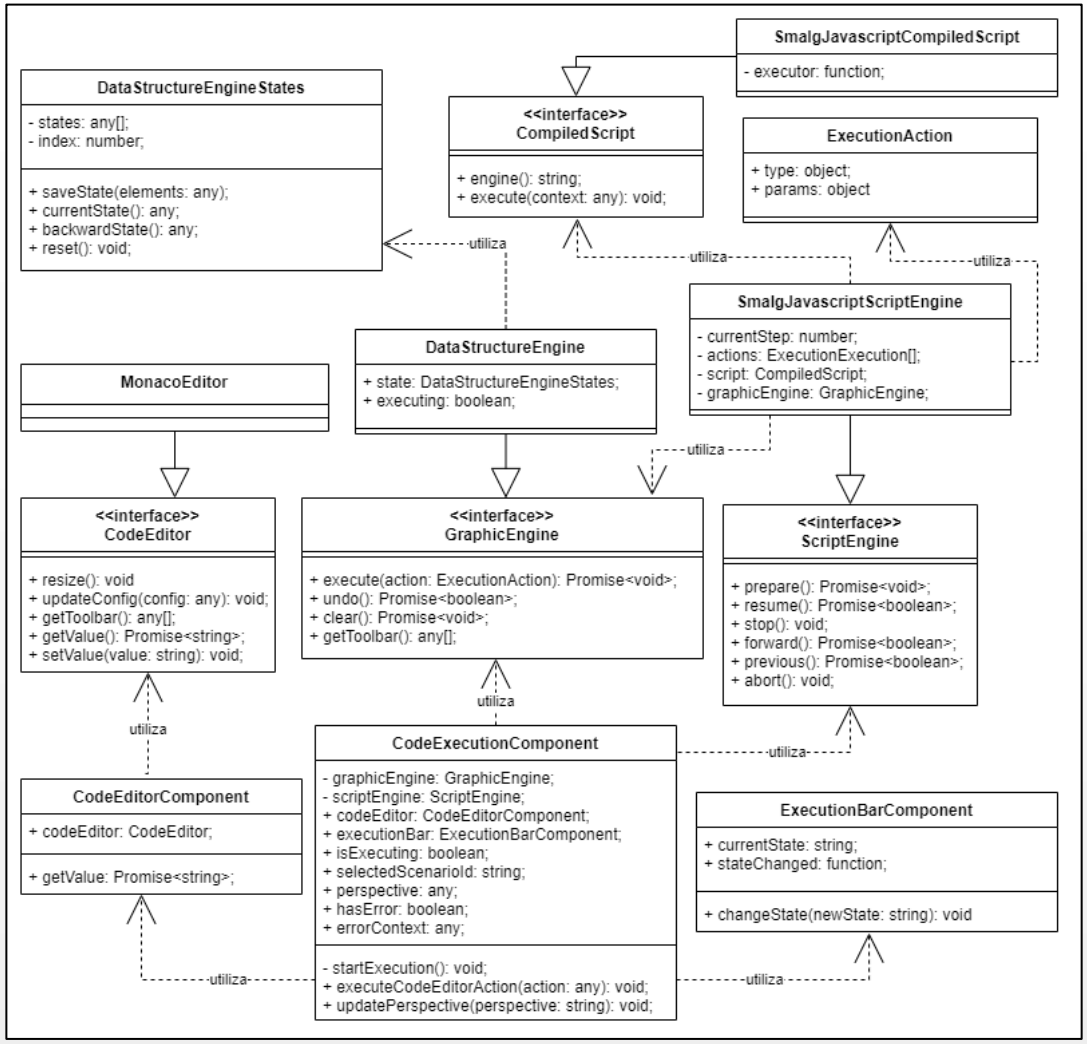
- O processo de execução de um problema foi dividido em três componentes principais: o editor de código, o motor de script e o motor gráfico.



Implementação

- Para cada um dos componentes principais apresentados anteriormente foram criadas interfaces (CodeEditor, ScriptEngine e GraphicEngine), sendo as suas implementações disponibilizadas por um provider.

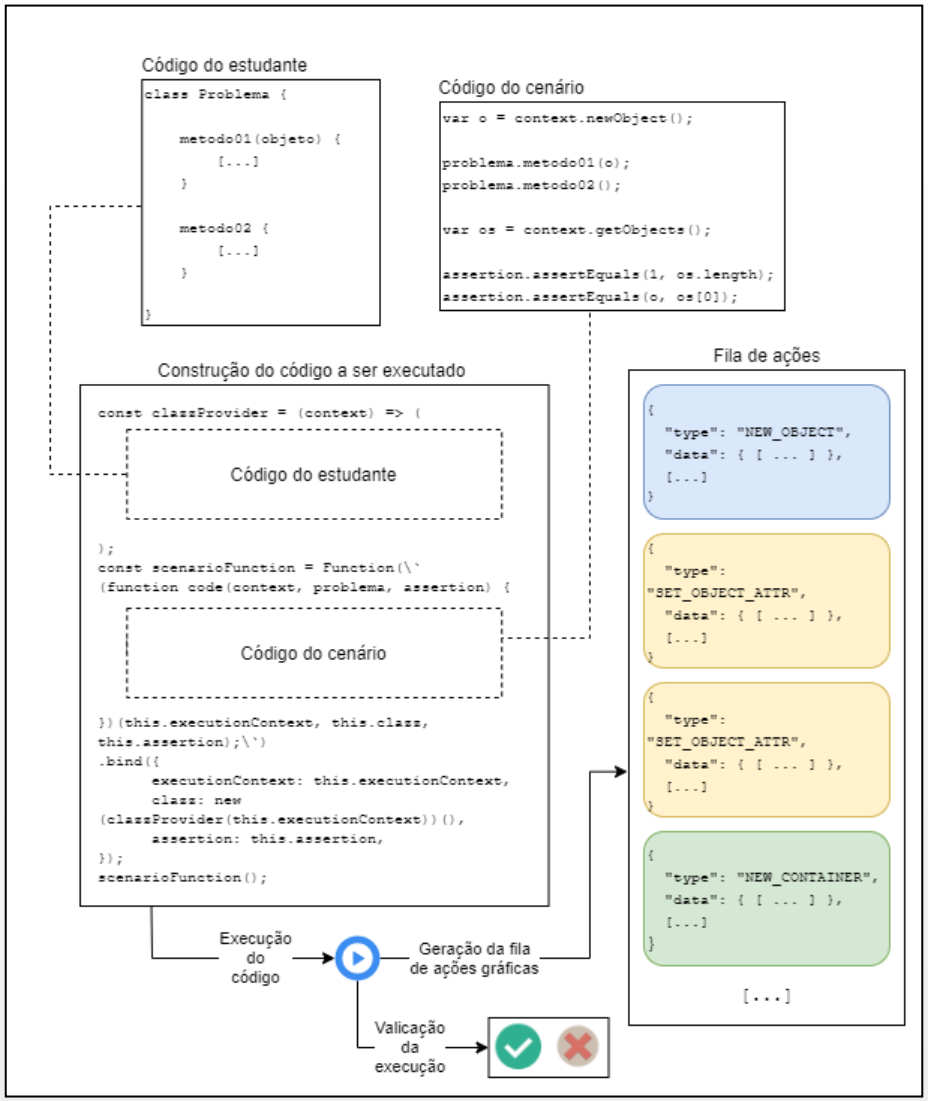
Implementação



Implementação

- O motor de script trabalha preparando a função que será executada.
- Ele trabalha com o construtor `Function` do JavaScript, se aproveitando do interpretador nativo da linguagem.
- Para injeção do contexto de execução (`context`) e do objeto de assertivas (`assertion`), foram utilizados os métodos `bind` e `apply` nativos do JavaScript.

Implementação



Implementação

```
export class SmalgJavascriptContext {

  private elements: { [key: string]: SmalgType } = {};

  constructor(private actions: ExecutionAction[]) {}

  newObject() {
    return this.createNewElement(() => new SmalgObject(this.actions));
  }

  newContainer(size: number) {
    return this.createNewElement(() => new SmalgContainer({ size }, this.actions));
  }

  newPrimitive(value: string | number | boolean) {
    return this.createNewElement(() => new SmalgPrimitive(value, this.actions));
  }

  clear(elems: SmalgType | SmalgType[]) {
    if (!elems) {
      return;
    }
    if (Array.isArray(elems)) {
      elems.forEach(elem => this.clearElement(elem));
    } else {
      this.clearElement(elems);       You, 2 months ago • ajuste de bugs encontrados
    }
  }
```

Implementação

```
set(index: number, value?: SmalgType | string | boolean | number) {
  this.validateIndex(index);

  if (isPrimitive(value)) {
    value = new SmalgPrimitive(value, this.actions);
  }

  value = value?.__reference__();
  this.actions.push({
    type: DataStructureAction.SET_CONTAINER_SLOT,
    params: { id: this.__getId__(), index, value: value?.__getId__() },
  });
  this.container[index] = value;      You, 4 months ago • criando tipos básicos util
}

get(index: number) {
  this.validateIndex(index);

  const value = (this.container[index])?.__reference__();
  const params = { id: this.__getId__(), index, value: value?.__getId__() };
  this.actions.push({ type: DataStructureAction.GET_CONTAINER_SLOT, params });

  return value?.__value__();
}
```

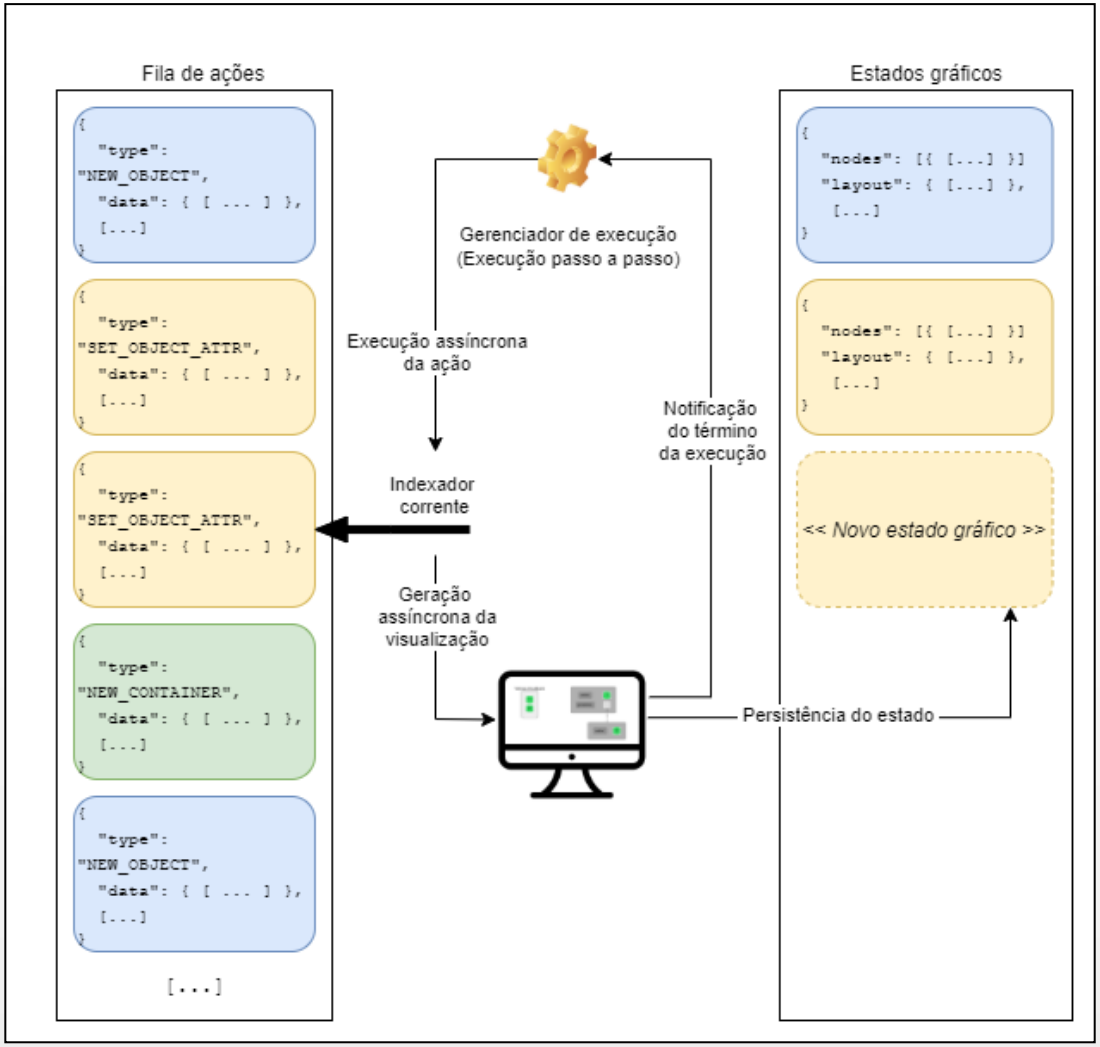
Implementação

- Ao todo foram criadas as seguintes ações:
  - `CREATE_CONTAINER;`
  - `CREATE_OBJECT;`
  - `CREATE_PRIMITIVE;`
  - `DELETE_ELEMENT;`
  - `GET_CONTAINER_SLOT;`
  - `GET_OBJECT_SLOT;`
  - `SET_CONTAINER_SLOT;`
  - `SET_OBJ_ATTR.`

Implementação

- O motor gráfico trabalha renderizando visualmente cada ação.
- Durante a execução da visualização existe um gerenciador de execução, que trata os comandos de pausar, retroceder, próximo passo, resumir ou parar a visualização.

Implementação



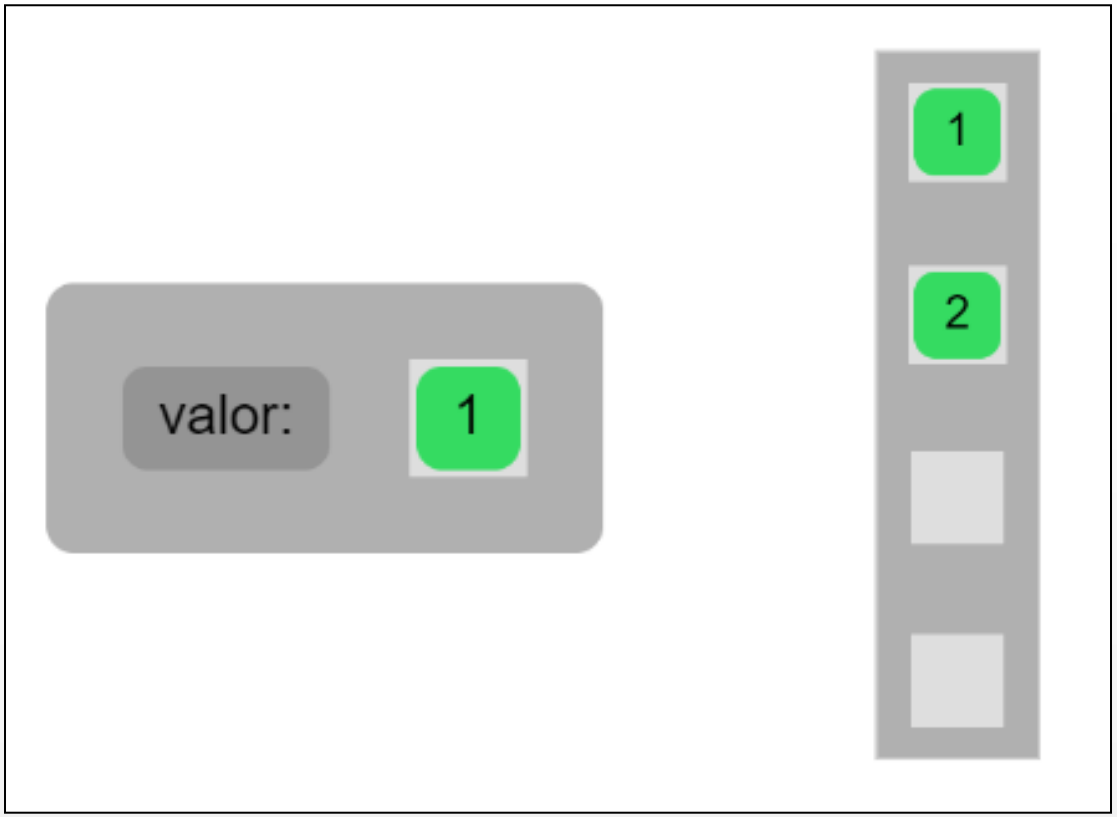
Implementação

```
7   export class CreateContainerAction implements CytoscapeActionHandler {
8
9     private layoutHandler: ContainerLayoutHandler = new ContainerLayoutHandler();
10
11    async handle(cytoscape: any, action: ExecutionAction): Promise<void> {
12      const { id, size } = action.params;
13      const containerElement = await $add(cytoscape, {
14        data: {
15          id,
16          type: ElementTypes.CONTAINER,
17        },
18      });
19      await this.layoutHandler.setInitialPosition(containerElement);
20      for (let i = 0; i < size; i++) {
21        const slotElement = await $add(cytoscape, {
22          data: {
23            id: `${id}_${i}`,
24            type: 'container_slot',      You, 3 months ago • adicionando ação de undo
25            index: i,
26          },
27          classes: ['slot'],
28        });
29        await this.layoutHandler.moveToContainer(containerElement, slotElement);
30        slotElement.move({ parent: id });
31      }
32      await this.layoutHandler.run(containerElement);
33    }
34
35
36    name(): string {
37      return DataStructureAction.CREATE_CONTAINER.name;
38    }
39
40  }
41
```

Implementação

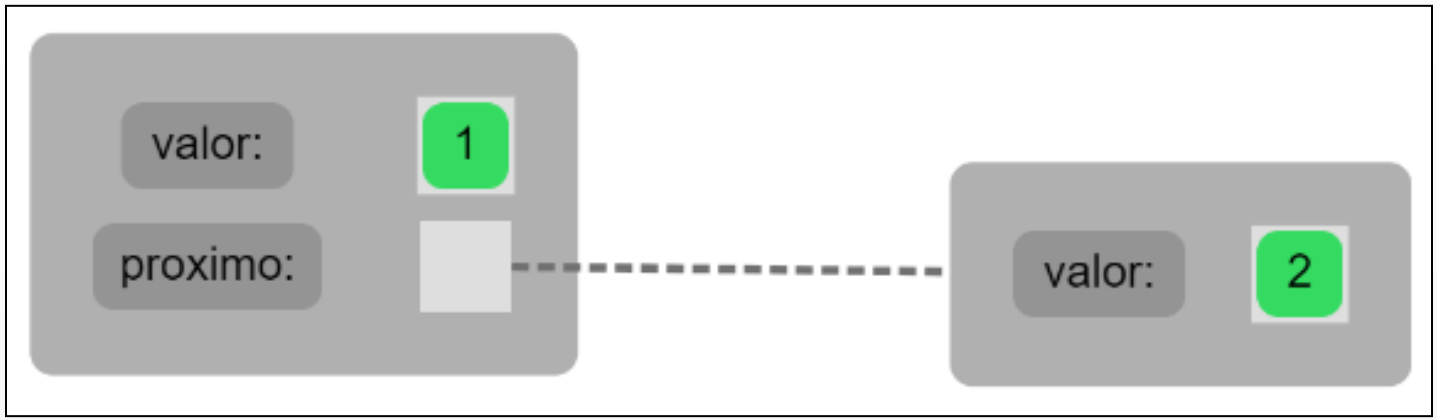
```
export class SetContainerSlotAction implements CytoscapeActionHandler {

  private layoutHandler: ContainerLayoutHandler = new ContainerLayoutHandler();

  async handle(cytoscape: any, action: ExecutionAction): Promise<void> {
    const id: string = action.params.id;
    const index: number = action.params.index;
    const value: string = action.params.value;
    const valueElement = value ? $id(cytoscape, value) : null;
    const slotElement = $id(cytoscape, `${id}_${index}`);

    this.clearCurrentValue(cytoscape, slotElement);
    if (valueElement) {
      await this.setValue(cytoscape, slotElement, valueElement);
    }

    await this.layoutHandler.run($id(cytoscape, id));
  }

  private clearCurrentValue(cytoscape, slotElement): void {      You, 3 months ago
    const slotRelations = slotElement.neighborhood();
    if (slotRelations.length > 0) {
      $removeRelation(cytoscape, slotElement, slotRelations[0]);
    }
    const currentValueElement = slotElement.children()[0];
    if (currentValueElement) {
        cytoscape.remove(currentValueElement);
    }
  }

  private async setValue(cytoscape, slotElement, valueElement) {
    if (valueElement.data('type') === ElementTypes.PRIMITIVE) {
      await this.layoutHandler.moveToSlot(slotElement, valueElement);
      valueElement.move({parent: slotElement.id()});
    } else {
      $addRelation(cytoscape, slotElement, valueElement);
    }
  }

  name() {
    return DataStructureAction.SET_CONTAINER_SLOT.name;
  }
```

Implementação



Implementação

Implementação



Resultados e discussões

- Foram realizados 3 testes distintos com diferentes usuários.
- O primeiro foi um teste de usabilidade com um usuário externo, com conhecimento prévio em programação, cursando Ciência da Computação na Universidade Unisul.
- O segundo foi uma oficina realizada com quatro alunos cursando o segundo semestre de Ciência da Computação na FURB.
- O terceiro foi uma chamada realizada com dois professores de Ciência da Computação da FURB, um responsável pela disciplina de Introdução à Programação e outro relacionado a disciplina de Algoritmo e Estrutura de Dados.

Resultados e discussões

- O teste de usabilidade foi realizado através de uma chamada, sendo as ações do usuário monitoradas pelo autor.
- Teve como principal objetivo encontrar erros, diferentes caminhos de uso e preparar a aplicação para os próximos dois testes a serem realizados.

Resultados e discussões

- A oficina foi aplicada com os alunos, de maneira que o autor do trabalho assumiu o papel do professor.
- Foram realizadas em média em 1h, aplicando algoritmos de Bubble Sort, Lista Encadeada e Lista Dinâmica (Array List). Todos os problemas estão disponíveis na documentação e foram desenvolvidos pelo autor.
- Aplicado um questionário para ser respondido após o uso da ferramenta.

Resultados e discussões

Pergunta	Respostas disponíveis
Tendo em vista o problema Bubble Sort, você considera que a ferramenta te auxiliou a entender o conceito envolvido?	Sim, muito. – 75% (3/4). Sim, um pouco. – 25% (1/4). Não, pois já compreendia. – 0% (0/4). Não, continuo sem compreender. – 0% (0/4)
Tendo em vista o problema da lista encadeada, você considera que a ferramenta te auxiliou a entender o conceito envolvido?	Sim, muito. – 75% (3/4). Sim, um pouco. – 25% (1/4). Não, pois já compreendia. – 0% (0/4). Não, continuo sem compreender. – 0% (0/4)
Tendo em vista o problema lista dinâmica (Array List), você considera que a ferramenta te auxiliou a entender o conceito envolvido?	Sim, muito. – 25% (1/4). Sim, um pouco. – 75% (3/4). Não, pois já compreendia. – 0% (0/4). Não, continuo sem compreender. – 0% (0/4)
Como você avalia o grau de dificuldade para utilizar a ferramenta?	Não tive dificuldades. – 25% (1/4). Baixo. – 75% (3/4). Médio. – 0% (0/4). Alto. – 0% (0/4). Muito alto. – 0% (0/4).
Como você descreveria sua curva de aprendizado para utilizar a ferramenta?	Curta, um dia. – 100% (4/4). Média, três dias. – 0% (0/4). Longa, mais de três dias. – 0% (0/4). Não sei dizer. – 0% (0/4).
Como você avalia a documentação disponibilizada?	Muito boa. – 25% (1/4). Boa. – 50% (2/4). Regular. – 25% (1/4). Ruim. – 0% (0/4). Péssima. – 0% (0/4). Não cheguei a ler. – 0% (0/4).
No geral, acredito que a ferramenta:	Foi útil para o meu aprendizado. – 100% (4/4). Não contribuiu em nada para o meu aprendizado. – 0% (0/4).

Resultados e discussões

- Realizada uma chamada com o professor apresentando a ferramenta e explicando o seu propósito.
- Disponibilizado um tempo aproximado de uma semana para utilização da ferramenta e levantamento de considerações.
- Aplicado um questionário para ser respondido após o uso da ferramenta.

Resultados e discussões

Pergunta	Respostas
Como você avalia a flexibilidade para criação de problemas?	Muito boa. – 100% (2/2). Boa, porém poderia ser um pouco mais flexível. – 0% (0/2). Regular, o modelo é um pouco engessado. – 0% (0/2). Ruim, não me ofereceu muita flexibilidade. – 0% (0/2). Péssima, não ofereceu flexibilidade nenhuma. – 0% (0/2).
Como você avalia a facilidade para a criação de problemas, considerando a flexibilidade proposta?	Muito boa. – 50% (1/2). Boa, porém poderia ser um pouco mais fácil. – 0% (0/2). Regular, não tão fácil nem tão complexo. – 50% (1/2). Ruim, é um processo um pouco complexo. – 0% (0/2). Péssima, extremamente difícil. – 0% (0/2).
Como você avalia o potencial da plataforma para ensinar de modo autodidata para os alunos?	Muito bom. – 0% (0/2). Bom, porém o aluno terá algumas dificuldades. – 50% (1/2). Regular, o aluno terá dificuldades medianas para usar. – 50% (1/2). Ruim, o aluno terá várias dificuldades para usar. – 0% (0/2). Péssimo, o aluno não terá condições de usar. – 0% (0/2).
Como você avalia o potencial da plataforma para ser utilizada como ferramenta auxiliar ao professor no ensino?	Muito bom. – 100% (2/2). Bom. – 0% (0/2). Regular. – 0% (0/2). Ruim. – 0% (0/2). Péssimo. – 0% (0/2).
Você utilizaria a ferramenta aplicando diretamente com os alunos?	Sim. Acredito que a interação dos alunos pode agregar ao aprendizado. – 50% (1/2) Não, mas montaria meus próprios problemas e apresentaria a visualização para auxiliar na explicação. – 50% (1/2). Não utilizaria a ferramenta. – 0% (0/2).

Resultados e discussões

Pergunta	Respostas
Se você for aplicar diretamente com os alunos, como você avalia o nível de acompanhamento e instrução que deverá ser realizado por parte do professor?	Nenhum. – 0% (0/2). Quase nenhum. – 0% (0/2). Razoável. – 100% (2/2). Um acompanhamento integral. – 0% (0/2). Não utilizaria com os alunos. – 0% (0/2).
Como você classifica a visualização apresentada?	Muito boa. – 50% (1/2). Boa. O conceito pode ser entendido, mas tem alguns pontos que poderiam melhorar. – 50% (1/2). Regular. – 0% (0/2). Ruim. – 0% (0/2). Péssima. – 0% (0/2).
Como você classifica a curva de aprendizado para conseguir utilizar a ferramenta, por parte do professor?	Curta, um dia. – 50% (1/2). Média, três dias. – 50% (1/2). Relativamente longa, uma semana. – 0% (0/2). Longa, mais de uma semana. – 0% (0/2).
No geral, considero a ferramenta como uma possibilidade de ensino:	Muito boa. – 50% (1/2). Boa. – 50% (1/2). Regular. – 0% (0/2). Ruim. – 0% (0/2). Péssima. – 0% (0/2).
Como você avalia a qualidade da documentação da plataforma?	Muito boa – 100% (2/2). Boa – 0% (0/2). Regular – 0% (0/2). Ruim – 0% (0/2). Péssima – 0% (0/2).

Comparativo com os trabalhos correlatos

- A ferramenta agregou diferentes aspectos de cada um dos trabalhos apresentados.
- A representação visual era uma característica presente em todos os correlatos.
- Do trabalho de Halim *et al.* (2012) foi incorporada a ideia do ambiente unificado, proporcionando a flexibilidade para modelar problemas e criar um único meio de linguagem de ensino.
- Em relação ao trabalho de Klopfer *et al.* (2009), foi incorporado o aspecto do aprendizado incremental, no qual o estudante produz um conteúdo, o executa e coleta os resultados dessa execução.

Comparativo com os trabalhos correlatos

- Em relação ao trabalho de Kopsch (2016), a principal característica que se destaca é a criação de uma plataforma adaptativa. Por outro lado, o foco estava na programação escrita e não em blocos.

Conclusões

- A ferramenta atendeu o propósito de auxiliar no processo educacional, disponibilizando a representação visual e flexibilização do ensino.
- A programação escrita pode ser dificultosa para alunos em fases muito iniciais.
- O recurso da visualização, acompanhado pela sua execução passo a passo, demonstrou ter forte contribuição no aprendizado.
- Existe uma pequena curva de aprendizado para se habituar a ferramenta.
- A documentação disponibilizada apresentou um papel essencial no impulsionamento da ferramenta.

Sugestões de extensão

- Criação de um interpretador próprio que transpile para o modelo de linguagem atual;
- Execução passo a passo em cima do código que está sendo executado;
- Implementação de um algoritmo para organização automática dos elementos visuais.
- Implementação de um console que permita a interação do usuário em tempo de execução.

Obrigado!