**Universidade Federal de Goiás - UFG**

**Instituto de Informática - INF**

**Disciplina**: Tópicos em Engenharia de Software

**Semestre**: 2025.2

**Curso**: Engenharia de Software

**Professor**: Dr. Fabio Nogueira de Lucena

**Alunos**: Lucas Costa, Jannderson Oliveira, Valquimar Silva

Repositório: **Engenheiro Aumentado: (**[**https://github.com/kyriosdata/EngenheiroAumentado/tree/main**](https://github.com/kyriosdata/EngenheiroAumentado/tree/main)**)**

### **Missão 1: A Simulação de Consultoria (Fases 0 e 1)**

**IDEIA: Criar um Software para Análise de Hemogramas na detecção de LEUCEMIA PROMIELOCÍTICA AGUDA**

**RESUMO**

A análise de hemogramas é uma ferramenta fundamental na medicina para monitorar a saúde de um paciente e detectar sinais precoces de diversas doenças. O hemograma é um exame laboratorial simples que avalia a quantidade e a qualidade das células sanguíneas, como glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e plaquetas, sendo essencial para diagnosticar uma série de condições, desde anemia até doenças mais graves como leucemias e distúrbios hematológicos.

Nos últimos anos, a utilização de softwares avançados para análise de hemogramas tem se mostrado cada vez mais eficaz na detecção de doenças ocultas que podem não ser facilmente percebidas por um exame físico. Esses softwares podem analisar grandes volumes de dados de forma rápida e precisa, identificando padrões e anomalias que, muitas vezes, passariam despercebidos por profissionais humanos. Isso é especialmente importante em casos de doenças em estágio inicial, onde os sintomas podem ser sutis ou inexistentes.

Por exemplo, o software pode identificar variações nas contagens de células sanguíneas que sugerem a presença de infecções crônicas, distúrbios imunológicos ou até mesmo cânceres hematológicos. Ele pode também ajudar a distinguir entre diferentes tipos de anemia, monitorar a eficácia de tratamentos e alertar para possíveis complicações associadas a condições como leucopenia, trombocitopenia e outras patologias que afetam o sangue.

Sinteticamente, a implementação de um software para a análise de hemogramas não só agiliza o diagnóstico de condições ocultas, mas também melhora o monitoramento da saúde dos pacientes, possibilitando uma abordagem mais preventiva e personalizada. A precisão e a eficiência desses sistemas são ferramentas valiosas no campo médico, com o potencial de salvar vidas por meio de diagnósticos precoces e tratamentos mais eficazes.

### **OBJETIVO**

Este levantamento analítico tem como objetivo analisar a viabilidade do desenvolvimento de um software para análise de hemogramas, com o propósito de detectar indícios de doenças ocultas. A partir da análise de mercado, requisitos do cliente e possíveis soluções, buscamos oferecer uma visão clara sobre a viabilidade técnica, financeira e de implementação dessa proposta. O software permitirá a identificação precoce de condições hematológicas em pacientes, ajudando médicos, técnicos de laboratório e administradores de saúde a tomar decisões mais rápidas e assertivas com exclusividade na detecção de LEUCEMIA PROMIELOCÍTICA AGUDA (LPA/M3).

1. **Análise do Mercado**

1.1 **Tecnologias Existentes**

O uso de tecnologias avançadas para análise de hemogramas é uma tendência crescente no mercado de saúde. Já existem alguns softwares que utilizam algoritmos de inteligência artificial (IA) e machine learning (ML) para análise automatizada de hemogramas, ajudando a detectar padrões de doenças como leucemias, anemias, distúrbios hematológicos e infecções crônicas. Algumas dessas soluções incluem:

* 1. **Hematology AI**: Plataforma que usa IA para identificar anomalias no hemograma e gerar alertas para os médicos.
  2. **PathAI**: Software que aplica IA para diagnóstico de câncer, com foco em áreas como hematologia.
  3. **Blood Cell Analyzers**: Softwares tradicionais de análise automatizada de hemogramas, com ênfase na contagem de células.

**1.2 Concorrência e Diferenciação**

Atualmente, a maioria dos softwares existentes foca apenas na análise quantitativa dos elementos do sangue (glóbulos vermelhos, brancos e plaquetas). Poucos oferecem uma análise consistente de **doenças ocultas**, como infecções subclínicas, leucemias em estágios iniciais ou doenças autoimunes. A principal diferenciação desse projeto está em **usar IA para detectar padrões invisíveis ou não óbvios** para os profissionais de saúde, ampliando o escopo da análise de hemogramas e oferecendo insights acionáveis.

**1.3 Tendências Tecnológicas**

1. **Inteligência Artificial e Big Data**: A IA está sendo cada vez mais utilizada para prever doenças com base em dados biomédicos. Técnicas de aprendizado supervisionado podem ajudar a melhorar a precisão na detecção de doenças com base no histórico de hemogramas.
2. **Telemedicina e Big Data**: O crescimento de sistemas de saúde baseados em dados pode facilitar a integração do software com plataformas de telemedicina e outros sistemas hospitalares, criando um ecossistema de saúde mais interconectado.

#### **1.4 Desafios Regulatórios e Locais**

Em muitos estados e países, a implementação de novas tecnologias de saúde está sujeita a regulamentações rigorosas, como a **LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados)** no Brasil. Além disso, há uma **complexidade na integração com sistemas já existentes** nos hospitais e laboratórios. O software deve estar em conformidade com as leis de privacidade e segurança de dados.

**2. Requisitos do Cliente**

#### **2.1 Requisitos Funcionais**

* **Análise de Hemogramas**: O software deverá analisar os dados do hemograma e gerar detalhes que de alertas sobre possíveis condições de saúde ocultas, apontando para a leucemia aguda.
* **Integração com Sistemas Existentes**: O software precisa ser compatível com os sistemas de gestão hospitalar (PMS) e laboratórios estaduais, integrando-se ao fluxo de trabalho atual.
* **Relatórios e Recomendações**: O sistema deverá gerar relatórios detalhados, com recomendações de acompanhamento para os médicos, com base da LGPD.
* **Aprimoramento Contínuo**: A solução deve aprender e melhorar sua precisão ao longo do tempo, utilizando os dados coletados e gerando painel detalhado sobre a Leucemia Promielocítica Aguda (LPA/M3).

#### **2.2 Requisitos Não Funcionais**

* **Usabilidade**: Interface intuitiva e fácil de usar, para garantir que médicos e técnicos de laboratório possam operar o sistema sem treinamento extensivo.
* **Desempenho**: O software precisa processar grandes volumes de dados em tempo real, fornecendo respostas rápidas.
* **Escalabilidade**: O sistema deve ser escalável, permitindo o processamento de grandes quantidades de hemogramas, conforme o aumento de usuários e dados.
* **Segurança**: O software precisa garantir a confidencialidade dos dados do paciente, com criptografia e backup em nuvem.

#### **2.3 Restrições**

* **Orçamento Limitado**: O cliente possui um orçamento restrito para a implementação da solução, o que implica em um desenvolvimento com custo controlado.
* **Infraestrutura Técnica**: A infraestrutura de TI dos hospitais e laboratórios estaduais pode ser limitada, exigindo que o software seja compatível com sistemas de baixo custo e com conectividade de internet limitada.
* **Regulamentação Local**: O sistema precisa seguir as normas locais de privacidade e segurança de dados seguindo a LGPD.

### **3. Propostas de Solução**

#### **3.1 Solução Técnica**

* **Algoritmos de IA**: O software utilizará algoritmos de aprendizado de máquina para identificar padrões em grandes volumes de dados hematológicos. Modelos preditivos poderão detectar condições subclínicas e anomalias que não são facilmente detectadas por análise manual.
* **Infraestrutura em Nuvem**: Para garantir escalabilidade e desempenho, o sistema será baseado na nuvem, permitindo a expansão de capacidade conforme necessário. Isso também facilita o backup seguro de dados.
* **Integração com Sistemas de Saúde**: O software terá APIs para integração com sistemas hospitalares existentes, como prontuários eletrônicos e plataformas de gestão de laboratório.

### **4. Identificação das Personas**

**Dr. Hematologista** - Médico especialista que precisa de suporte diagnóstico

**Técnico de Laboratório** - Profissional que insere dados de hemogramas

**Administrador do Sistema** - Gerencia usuários e configurações

**4.1 História de Usuário (modelo)**

* **Como médico**, quero receber um alerta quando o hemograma de um paciente mostrar sinais de doenças ocultas, para que eu possa investigar e tratar a condição precocemente.
* **Como técnico de laboratório**, preciso que o sistema me ajude a identificar anomalias nos resultados do hemograma e a gerar relatórios para os médicos, facilitando a análise e a tomada de decisão.
* **Como administrador de TI**, quero que o sistema seja seguro, escalável e compatível com a infraestrutura de TI existente no hospital, para garantir sua eficácia e uso contínuo.

**4.2 Perguntas para Clarificação**

* Quais doenças ocultas são mais prioritárias para o cliente? Isso impactará a escolha dos algoritmos e parâmetros do sistema.
* Qual a frequência de atualização dos modelos de IA? O cliente deseja que o sistema seja capaz de aprender com novos dados continuamente?
* O sistema precisa fornecer recomendações de tratamento ou apenas diagnosticar as condições?

**5. Viabilidade Técnica**

#### **5.1 Infraestrutura Técnica**

* **Requisitos de Hardware**: O sistema será baseado na nuvem, o que reduz a necessidade de investimento em servidores locais. Contudo, será necessário garantir uma boa conectividade de internet nas unidades de saúde.
* **Desenvolvimento de Software**: A equipe de desenvolvimento deverá incluir especialistas em IA, machine learning e segurança de dados para garantir a implementação eficaz do software.

#### **5.2 Viabilidade de Integração**

* **Integração com Sistemas Existentes**: O software será desenvolvido com APIs abertas para facilitar a integração com sistemas de gestão hospitalar e plataformas de laboratório já existentes.
* **Compatibilidade**: O sistema será projetado para ser compatível com tecnologias amplamente utilizadas, como sistemas de prontuários eletrônicos (PMS) e bases de dados de saúde.

**6. Viabilidade Econômica**

#### **6.1 Custo Estimado**

O desenvolvimento de um software como este envolve diferentes etapas, que incluem pesquisa, desenvolvimento, testes e implantação. A seguir, uma estimativa de custos para cada fase:

**Pesquisa e Desenvolvimento**:

* + **Equipe de Desenvolvimento**: R$ 100.000 a R$ 200.000 para a equipe de IA, desenvolvedores e analistas de dados.
  + **Infraestrutura em Nuvem**: Custos com armazenamento e processamento de dados em nuvem (estimativa anual de R$ 20.000 a R$ 50.000).

1. **Integração e Implantação**:  
   * **Integração com Sistemas de Saúde**: R$ 50.000 a R$ 100.000, dependendo da complexidade e das APIs disponíveis.
   * **Treinamento e Suporte**: R$ 30.000 a R$ 60.000 para treinamento de usuários e suporte inicial.
2. **Custo Total Inicial**: Aproximadamente **R$ 250.000 a R$ 400.000** para desenvolvimento e implantação iniciais.

**6.2 Sustentabilidade Financeira**

* **Modelo de Assinatura**: O software pode ser oferecido como um serviço (SaaS), com taxas mensais ou anuais, o que garante uma fonte de receita contínua.
* **Licenciamento por Usuário**: Alternativamente, o sistema pode ser licenciado por hospital ou laboratório, com valores ajustados conforme o número de usuários.

**6.3 ROI**

O retorno sobre investimento (ROI) pode ser alcançado a partir da redução de erros humanos, aumento na precisão dos diagnósticos e maior eficiência nos processos laboratoriais. O software pode também ajudar a evitar tratamentos inadequados, economizando custos com intervenções tardias.

**MODELO DE DADOS DA PATOLOGIA ESCOLHIDA**

## **1. LEUCEMIA PROMIELOCÍTICA AGUDA (LPA/M3)**

### **Diagnóstico Definitivo pelo Hemograma**

* **Critério Patognomônico**: Presença de promielócitos anômalos com bastonetes de Auer múltiplos
* **Padrão Específico**: Células com citoplasma granular denso + núcleo bilobulado + bastonetes de Auer em feixe
* **Confiança**: **98% - DIAGNÓSTICO DEFINITIVO**

### **Entrada de Dados:**

Leucócitos: 2.000-15.000/μL (pode ser baixo)

Promielócitos anômalos: >30%

Bastonetes de Auer múltiplos: PRESENTES

Hemoglobina: 6-10 g/dL

Plaquetas: <50.000/μL

### **Saída:**

**LEUCEMIA PROMIELOCÍTICA AGUDA - DIAGNÓSTICO CONFIRMADO**

### **Motivo da Certeza:** Os promielócitos com bastonetes de Auer múltiplos são **PATOGNOMÔNICOS** da LPA. Nenhuma outra condição apresenta essa morfologia específica.

### **Conclusão**

O desenvolvimento de um software para análise de hemogramas e detecção de doenças ocultas tem grande potencial no cenário atual de saúde.