



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DA  
DOSIMETRIA INDIVIDUAL DOS TRABALHADORES OCUPACIONALMENTE  
EXPOSTOS.

Caso de estudo: **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA.**

**Autor:**

Simone, Isídro Rogério Mário

**Supervisora:**

Eng<sup>a</sup> Leila Omar

**Supervisor da Instituição:**

MSc. Moniz Ernesto Zuca

Maputo, Novembro de 2024



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DA  
DOSIMETRIA INDIVIDUAL DOS TRABALHADORES OCUPACIONALMENTE  
EXPOSTOS.

Caso de estudo: **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA.**

**Autor:**

Simone, Isídro Rogério Mário

**Supervisora:**

Eng<sup>a</sup> Leila Omar

**Supervisor da Instituição:**

MSc. Moniz Ernesto Zuca

Maputo, Novembro de 2024



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**CURSO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL**

Declaro que o estudante Isídoro Rogério Mário Simone entregou no dia \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_,  
\_\_\_ cópias do seu Relatório de Estágio Profissional com a referência,  
Intitulado: Desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão da Dosimetria Individual  
dos Trabalhadores Ocupacionalmente expostos. Caso de estudo: Agência Nacional De  
Energia Atômica.

Maputo, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024

O Chefe da Secretaria

---



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**CURSO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**DECLARAÇÃO DE HONRA**

Declaro sob compromisso de honra que o presente relatório é resultado do estágio realizado e que foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Informática na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, de \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2024

---

(Isidro Rogério Mário Simone)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta obra ao meu pai Mário Simone, que embora desaparecido fisicamente mantenho-o na minha mente.

## **Agradecimentos**

Agradeço a minha família, que, desde o início do curso, mesmo quando tudo parecia apenas uma pequena aventura, sempre me apoiou incondicionalmente. Faltam-me palavras para expressar a gratidão pelo apoio constante e indispensável que me ofereceram nos momentos mais difíceis da minha caminhada rumo à Licenciatura em Engenharia Informática.

À Engenheira Leila Omar, supervisora que, de maneira inesperada, orientou o desenvolvimento deste trabalho, expresse meus sinceros agradecimentos pelo conhecimento transmitido, pela paciência e pela empatia demonstrada ao longo deste percurso.

Estendo meus agradecimentos ao MSc. Moniz Zuca, Director-geral da Agência Nacional de Energia Atómica, pela confiança e por “abrir as portas da instituição,” permitindo o desenvolvimento e aperfeiçoamento das minhas habilidades técnicas, bem como a realização do estágio profissional e a elaboração deste relatório.

Aos colegas e amigos Adelaide Francisco e Hilário Tui, que directa ou indirectamente ofereceram apoio fundamental ao desenvolvimento deste trabalho, deixo aqui meu reconhecimento.

Agradeço também a todo o corpo docente e administrativo do Departamento de Electrotecnicia, com uma menção especial aos docentes do curso de Engenharia Informática liderados pela Engenheira Ivone, que contribuíram não só para minha formação profissional, mas também para minha formação humana.

Por fim, a todas as demais entidades, singulares e colectivas, que, embora não mencionadas, foram de grande importância em minha formação, meu sincero Kxanimambo (obrigado).

## **Resumo**

Este relatório detalha o desenvolvimento de um sistema de gestão de dosimetria individual dos trabalhadores ocupacionalmente expostos (TOE's) para Agência Nacional de Energia Atômica (ANEA), elaborado como resultado do estágio profissional do autor, realizado na ANEA durante o segundo semestre de 2024, como parte do trabalho de conclusão de curso.

Embora a gestão manual da dosimetria fosse uma possibilidade, várias instituições internacionais destacam suas diversas desvantagens, tais como lentidão dos processos, dificuldades na auditoria e rastreamento de dados, e a vulnerabilidade dos registros em papel a danos físicos, dificuldade de acesso e consulta de dados, alto risco de erro no cálculo da dose de forma manual, controle deficiente dos níveis de referência, dificuldade de partilha de informação com outros departamentos. Com essas desvantagens em vista, surgiu a necessidade de desenvolver um sistema informático integrado de gestão da dosimetria individual na ANEA, aprimorando a confiabilidade e segurança dos dados.

O desenvolvimento deste sistema passou por várias etapas, incluindo reuniões e entrevistas com os técnicos da ANEA para compreender os processos internos de gestão de dosimetria, análise das soluções tecnológicas adoptadas por outras instituições de referência e a adaptação ao contexto e às necessidades específicas da ANEA. A partir disso, foi projectada a arquitectura do sistema, definidos os requisitos técnicos e funcionais, e seleccionadas as ferramentas e tecnologias apropriadas. A fase de modelagem culminou na implementação de um sistema informatizado robusto, capaz de automatizar e integrar todo o processo de gestão de dosimetria individual, alinhando-se aos requisitos normativos e elevando a eficiência e confiabilidade do monitoramento na ANEA.

**Palavra-chave:** Sistema Integrado, Dosimetria Individual, TOE'S

## **Abstract**

This report details the development of a management system for individual dosimetry of occupationally exposed workers (TOEs) for the National Atomic Energy Agency (ANEA). It was prepared as a result of the author's professional internship at ANEA during the second semester of 2024, as part of their final course project.

While manual management of dosimetry was a possibility, several international institutions emphasize its various disadvantages, such as slow processes, difficulties in auditing and data tracking, vulnerability of paper records to physical damage, limited access and consultation of data, high risk of error in manual dose calculation, poor control of reference levels, and challenges in sharing information with other departments. Considering these drawbacks, the need arose to develop an integrated computer-based system for managing individual dosimetry at ANEA, enhancing data reliability and security.

The development of this system involved several stages, including meetings and interviews with ANEA technicians to understand internal dosimetry management processes, analysis of technological solutions adopted by other leading institutions, and adaptation to the specific context and needs of ANEA. From this groundwork, the system's architecture was designed, technical and functional requirements were defined, and appropriate tools and technologies were selected. The modeling phase culminated in the implementation of a robust computerized system capable of automating and integrating the entire individual dosimetry management process, aligning with regulatory requirements and significantly improving monitoring efficiency and reliability at ANEA.

**Keywords:** Integrated System, Individual Dosimetry, TOEs

## Índice

<b>1. Capítulo I- Introdução</b> .....	1
<b>1.1. Contextualização</b> .....	1
<b>1.2. Definição do problema</b> .....	2
<b>1.3. Motivação</b> .....	4
<b>1.4. Objectivos</b> .....	4
<b>1.4.1. Objectivo geral</b> .....	4
<b>1.4.2. Objectivos específicos</b> .....	4
<b>1.5. Metodologia de pesquisa</b> .....	5
<b>1.6. Estrutura do Relatório</b> .....	6
<b>2. Capítulo II- Actividades desenvolvidas durante o estágio</b> .....	8
<b>2.1. Integração e orientação</b> .....	8
<b>2.2. Suporte técnico e pesquisa (<i>helpdesk</i>)</b> .....	8
<b>2.3. Desenvolvimento do sistema</b> .....	9
<b>3. Capítulo III - Revisão da literatura</b> .....	11
<b>3.1. Leis e Regulamentos Moçambicanos aplicáveis à dosimetria individual</b> .	11
<b>3.1.1. Responsabilidades gerais dos titulares de licenças e empregadores</b>	11
<b>3.1.2. Cooperação entre os titulares de licenças e empregadores e responsabilidade dos trabalhadores</b> .....	11
<b>3.1.3. Limites de dose</b> .....	12
<b>3.2. Equivalente da dose pessoal representado pela notação Hp(d)</b> .....	13
<b>3.3. Registo da exposição ocupacional</b> .....	14
<b>3.3.1. Constrangimentos ao se adoptar sistema de informação manual na dosimetria individual</b> .....	15
<b>3.4. Soluções informáticas para gestão da dosimetria individual</b> .....	17
<b>3.4.1. Vantagens Gerais das Soluções Analisadas</b> .....	19
<b>3.4.2. Limitações identificadas nas soluções</b> .....	19
<b>3.4.3. Funcionalidades potenciais para o sistema proposto baseadas nas soluções existentes</b> .....	20
<b>4. Capítulo IV - Caso de estudo</b> .....	21
<b>4.1. Descrição da Agência Nacional de Energia Atómica</b> .....	21
<b>4.1.1. Missão</b> .....	21
<b>4.1.2. Visão</b> .....	21
<b>4.1.3. Valores</b> .....	21
<b>4.2. Estrutura orgânica</b> .....	22

4.3.	Laboratório de dosimetria individual.....	23
4.4.	Sistema actual .....	23
4.5.	Processos de negócios .....	24
5.	Capítulo V – Proposta da solução .....	29
5.3.	Descrição da solução.....	31
5.4.	Arquitectura da solução .....	33
5.5.	Ferramentas e tecnologias usadas.....	34
5.5.1.	Laravel .....	34
5.5.2.	<i>Bootstrap</i> .....	35
5.5.3.	XAMPP .....	35
5.5.4.	Apache NetBeans .....	35
5.5.5.	bpmn.io.....	36
5.5.6.	Draw.io.....	36
5.6.	Requisitos .....	36
5.6.1.	Prioridades dos Requisitos.....	37
5.6.2.	Requisitos funcionais.....	37
5.6.3.	Requisitos não funcionais .....	51
5.7.	Modelagem.....	53
5.8.	Publicação .....	55
5.9.	Interface do Sistema proposto .....	56
6.	Capítulo VI - Discussão dos Resultados.....	57
7.	Capítulo VII- Considerações finais .....	59
7.1.	Conclusão .....	59
7.2.	Recomendações .....	60
8.	Bibliografia .....	61
8.1.	Referências Bibliográficas .....	61
8.2.	Outra bibliografia Consultada.....	62
Anexos.....		A
	Anexo 1: Minuta de Requerimento de adesão aos Serviços de Dosimetria Individual dos TOE's.....	A
	Anexo 2: Formulários de adesão aos Serviços de Dosimetria Individual dos TOE's.....	B
	Anexo 3: Aviso de pagamento .....	F
	Anexo 4: Questionário .....	H
	Anexo 5: Descrição dos casos de uso .....	L
	Anexo 6: Descrição da Interface .....	X

## Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Organograma Simplificado da ANEA.....	22
<b>Figura 2:</b> Processo de negócio do Laboratório de dosimetria da ANEA .....	25
<b>Figura 3:</b> Subprocesso de pedido de adesão ao Serviço de Dosimetria .....	26
<b>Figura 4:</b> Subprocesso de assinatura do contracto.....	27
<b>Figura 5:</b> Subprocesso de levantamento dos dosímetros e relatórios de dose .....	28
<b>Figura 6:</b> Subprocesso proposto de pedido de adesão ao Serviço de Dosimetria.....	30
<b>Figura 7:</b> Subprocesso proposto de assinatura do contrato .....	31
<b>Figura 8:</b> Arquitectura da solução (Fonte: elaborado pelo autor).....	34
<b>Figura 9:</b> Diagrama de Classe .....	54
<b>Figura 10:</b> Diagrama de caso de uso.....	55
<b>Figura 11:</b> Visão geral a interface do sistema.....	56

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1:</b> Limites de dose (Fonte: adaptado pelo autor do Regulamento de Protecção e Segurança Radiológica) .....	12
<b>Tabela 2:</b> Requisitos funcionais (Fonte: elaborado pelo autor) .....	38
<b>Tabela 3:</b> Usabilidade (Fonte: elaborado pelo autor) .....	52
<b>Tabela 4:</b> Confiabilidade (Fonte: elaborado pelo autor) .....	52
<b>Tabela 5:</b> Desempenho (Fonte: elaborado pelo autor) .....	52
<b>Tabela 6:</b> Segurança (Fonte: elaborado pelo autor).....	53
<b>Tabela 7:</b> Hardware e Software (Fonte: elaborado pelo autor) .....	53
<b>Tabela 8:</b> Credenciais do protótipo (Fonte: elaborado pelo autor) .....	55

## Lista de abreviaturas e acrónimos

<b>ANEA</b>	Agência Nacional de Energia Atómica - Autoridade Reguladora de Moçambique
<b>AIEA</b>	Agência Internacional de Energia Atómica
<b>IDE</b>	Integrated Development Environment
<b>INCM</b>	Instituto Nacional de Comunicações de Moçambique
<b>OPR</b>	Oficial de Protecção Radiológica
<b>OMG</b>	Object Management Group
<b>TOE</b>	Trabalhador Ocupacionalmente Exposto
<b>PDF</b>	Portable Document Format
<b>PHP</b>	Hypertext Preprocessor
<b>UML</b>	<i>Unified Modeling Language</i>
<b>SQL</b>	<i>Structured Query Language</i>

## Glossário de termos

**Dosímetro** - monitor que mede uma grandeza radiológica ou operacional, mas com resultados relacionados ao corpo inteiro, órgão ou tecido humano

**E-governerment** – aplicação da internet e das tecnologias de rede para digitalizar as relações entre o governo, órgãos públicos e cidadãos.

**Exposição ocupacional** - exposição sofrida pelos trabalhadores no decorrer do trabalho

**Framework** - conjunto de códigos abstractos e/ou genéricos, geralmente classes, desenvolvidos em alguma linguagem de programação, que relacionam-se entre si para disponibilizar funcionalidades específicas ao desenvolvedor de *software*

**Front-end** - refere-se à parte do desenvolvimento de *software* que se concentra na criação e implementação da interface do usuário de um aplicativo ou site. É a camada visível para os usuários finais, com a qual eles interagem directamente.

**Hardware** - parte física do computador, ou seja, peças e equipamentos que fazem o computador funcionar.

**IDE** - programa de computador que auxilia o programador em tarefas como configuração, programação, documentação do código e testes

**Middleware** - no contexto de integração de sistemas, refere-se a um programa que permite a comunicação entre dois sistemas.

**Oficial de protecção radiológica** - indivíduo tecnicamente competente em matéria de protecção radiológica relevante para uma dada prática o qual é designado pelo empregador licenciado para assegurar a aplicação dos requisitos regulatórios.

**Prática** - qualquer actividade humana que introduza novas fontes de exposição, novas vias de exposição, ou que amplie a exposição a um maior número de pessoas e/ou inclui actividades que modifiquem as vias de exposição de fontes já existentes, de forma a aumentar o nível de exposição, a probabilidade de exposição ou o número de indivíduos expostos.

**Protecção radiológica** - conjunto de medidas que visam proteger o homem e o ecossistema de possíveis efeitos indesejáveis causados pelas radiações ionizantes.

**Radiação** - propagação de energia através do espaço ou de um meio material, em forma de ondas electromagnéticas ou partículas

**Radiação ionizante** - tipo específico de radiação que possui energia suficiente para remover electrões de átomos ou moléculas, ionizando-os

## **Lista de Unidades**

**mSv** miliSievert

**mm** milímetro

## **1. Capítulo I- Introdução**

Este capítulo destina-se a contextualizar o tema do relatório, abordando as motivações e justificativas para a sua realização, bem como a definição do problema, a apresentação dos objectivos e a metodologia adoptada para o desenvolvimento da pesquisa. Este relatório é resultado do estágio profissional do autor, realizado na Agência Nacional de Energia Atómica no segundo semestre de 2024 como trabalho de culminação de curso. Durante o estágio, o estudante participou em actividades de suporte técnico, pesquisa e outras tarefas relacionadas ao desenvolvimento da solução proposta.

### **1.1. Contextualização**

Segundo a revista Kabum (2022), em Moçambique, o acesso aos serviços públicos ainda é frequentemente descrito como burocrático e ineficiente, caracterizado por longas filas, atendimento inadequado e falhas recorrentes nos sistemas, o que compromete a experiência do usuário e a qualidade dos serviços prestados.

No entanto, de acordo com Laudon e Laudon (2011), “as tecnologias associadas ao e-business provocaram mudanças no sector público. Governos de todos os níveis estão usando a tecnologia da Internet para prestar informações aos cidadãos, aos funcionários públicos e as empresas com as quais trabalham” e de acordo com INCM (2024), “o governo tem avançado na digitalização de serviços, como o e-SISTAFE, e-BAU e e-CAF, particularmente no sector financeiro, mas ainda há muito a ser feito em outras áreas”.

A Agência Nacional de Energia Atómica - Autoridade Reguladora na área de energia atómica em Moçambique (ANEA), onde o autor realizou seu estágio profissional, é um exemplo de uma instituição pública que necessita desse tipo de tecnologia como meio auxiliar para o desempenho de suas responsabilidades.

Diante da ausência de serviços de dosimetria individual no país, a ANEA equipou um laboratório para monitorar e controlar a exposição dos trabalhadores à radiação ionizante, visando à protecção de sua saúde e segurança.

De acordo com a SPRAD (2024), "Dosimetria individual é o processo de monitoria individual externa de dose absorvida durante a jornada de trabalho por indivíduos ocupacionalmente expostos à radiação ionizante"

O serviço de dosimetria individual envolve todos os processos e informações relacionados ao monitoria da exposição à radiação, como a distribuição de dosímetros,

o registo de dados e a geração de relatórios. Os dosímetros são colectados periodicamente para análise e comparação com os limites regulamentares. Caso sejam detectadas exposições excessivas, são tomadas acções correctivas imediatas. Desta forma pode-se perceber que o serviço de dosimetria individual envolve diferentes funções, níveis organizacionais e processos de negócios que devem estar integrados.

No geral muitos laboratórios a nível internacional enfrentaram desafios na gestão manual dos serviços de dosimetria. As principais limitações enfrentadas pelos laboratórios que utilizam a gestão manual dos serviços de dosimetria incluem a comparação morosa das doses com os limites legais, dificultando a implementação rápida de medidas correctivas, volume excessivo e desorganizado de arquivos em papel, violando normas de armazenamento, possibilidade de erros humanos causados por cálculo manual das doses acumuladas, dificuldades no acompanhamento dos operadores responsáveis pela devolução dos dosímetros, com registos manuais e falhas na gestão de contratos expirados, resultando em prejuízos financeiros e operacionais.

Essas instituições no geral adoptaram ou tem reflectido sobre adopção de sistemas integrados visto que os sistemas integrados de acordo com Laudon e Laudon (2011) dão as empresas flexibilidade para responder rapidamente as solicitações do cliente, permitem que a informação possa ser compartilhada por toda empresa, e as diferentes partes da organização podem cooperar de maneira mais estreita, sua capacidade de tornar a expedição mais veloz e precisa, minimizar os custos e aumentar a satisfação do cliente também gera mais lucratividade as empresas e oferecem muitas informações valiosas para melhorar a tomada de decisão.

É neste contexto de dificuldades e soluções que a ANEA viu a necessidade de evitar o uso de sistema de gestão manual e adoptar um sistema informático integrado de gestão. Tal sistema não só automatizaria o monitoramento das doses de radiação, mas também integraria a gestão de contratos e pagamentos pelos serviços prestados pelo laboratório, garantindo maior eficiência, segurança e conformidade com as normas regulatórias.

## **1.2. Definição do problema**

O Laboratório de Dosimetria Individual da ANEA tem actualmente uma capacidade instalada para monitorar cerca de cinco mil Trabalhadores Ocupacionalmente Expostos (TOE's) a nível nacional, com possibilidade de expansão. Entre os profissionais monitorados estão médicos radiologistas, técnicos de radioterapia, trabalhadores de

indústrias que utilizam radioisótopos, cientistas, pesquisadores, entre outros, provenientes de diversas instituições públicas e privadas, como os serviços de radiologia das principais unidades hospitalares do país.

Apesar da importância e abrangência do serviço prestado, a gestão da dosimetria individual dos TOE's de forma manual seria muito desvantajosa em comparação com a gestão informatizada. Primeiro, por ser mais susceptível a erros humanos, incluindo erros de digitação e cálculo incorrecto das doses acumuladas, o que pode comprometer a verdadeira dose acumulada pelos trabalhadores. Além disso, o processo manual é significativamente mais demorado, uma vez que envolve a escrita e a verificação manual de dados, resultando na menor eficiência operacional.

Outro problema crítico é a dificuldade de auditoria e rastreabilidade. A auditoria de registos manuais é mais complexa e consome mais tempo, e a falta de registos automáticos de alterações e acessos pode comprometer a rastreabilidade das informações. A análise e a geração de relatórios baseados em dados manuais também são limitadas, exigindo um esforço adicional para compilar e interpretar as informações, o que pode atrasar a tomada de decisões.

Ademais, os registos em papel não podem ser facilmente integrados a outros sistemas ou bancos de dados, o que dificulta a coordenação e o cruzamento de informações com outros departamentos ou organizações. Além disso, os documentos em papel são vulneráveis a danos físicos, como incêndios, inundações ou deterioração ao longo do tempo. A perda de informações nesses casos pode ser irreparável, ao contrário dos sistemas informatizados, que permitem a realização de *backups* e a recuperação de dados de forma mais segura e eficiente.

A gestão manual prolongada na ANEA resultaria em erros frequentes no cálculo das doses de radiação, atrasos na detecção de exposições excessivas e falhas na implementação de medidas correctivas. Isso aumentaria o risco de superexposição dos trabalhadores, com sérios impactos à saúde, como o desenvolvimento de doenças relacionadas à radiação. A ANEA enfrentaria perda de credibilidade e custos adicionais com compensações trabalhistas. A falta de eficiência também geraria prejuízos operacionais e financeiros, comprometendo a segurança e a conformidade legal.

### **1.3. Motivação**

A implementação de um sistema integrado de gestão da dosimetria individual dos TOE's é um projecto essencial para aprimorar a capacidade de monitoramento e controle das doses individuais. O sistema não só oferece benefícios significativos em termos de gestão, mas também atende a uma necessidade regulamentar crítica. De acordo com a alínea h do número 1 do artigo 33 do Regulamento Interno da ANEA, compete ao Departamento de Cadastro e Informática "estabelecer e manter um Subsistema Nacional de Informação de Exposição Ocupacional dos profissionais envolvidos nas práticas causadoras de, ou que possam causar, exposição a radiações ionizantes ou manuseamento de fontes de radiação, incluindo das doses recebidas ou absorvidas". Neste caso, sistema proposto não se limita ao atendimento imediato das necessidades actuais da ANEA. Ele representa o ponto de partida para a criação de um Sistema Nacional de Registo Central de Dose quando o país dispor de outros laboratórios de dosimetria individual devidamente autorizados.

É ainda importante destacar que a aquisição de sistema comercial validado é limitado pela exiguidade de fundos. Diante dessas exigências e dos desafios actuais enfrentados pela ANEA, foi proposto ao autor o desenvolvimento de um sistema integrado especializado na gestão da dosimetria individual dos TOE's. Este projecto é essencial não apenas para melhorar a eficiência e a precisão no monitoramento das exposições, mas também para atender às exigências regulamentares e garantir a segurança dos trabalhadores ocupacionalmente expostos.

### **1.4. Objectivos**

#### **1.4.1. Objectivo geral**

Desenvolver um sistema integrado de gestão da dosimetria individual dos trabalhadores ocupacionalmente expostos;

#### **1.4.2. Objectivos específicos**

- Descrever os processos de gestão da dosimetria individual dos TOE'S, destacando os principais desafios e limitações de uma possível adopção do sistema manual;

- Identificar possíveis soluções informáticas para gestão da dosimetria individual dos TOE's;
- Desenvolver protótipo de sistema integrado de gestão da dosimetria individual dos TOE's adaptada ao contexto da ANEA;

### **1.5. Metodologia de pesquisa**

Este número é dedicado a descrever a metodologia adoptada para atingir os objectivos da pesquisa, incluindo as razões que justificaram a escolha dos métodos empregados.

Nesta pesquisa foi adoptada uma abordagem mista (qualitativa e quantitativa), permitindo uma análise abrangente do problema da pesquisa. De acordo com Kauark et al. (2010), “a pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objectivo e a subjectividade do sujeito, que não pode ser traduzido em números. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas”. Por outro lado, a pesquisa “quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las”.

Para o primeiro objectivo, foram realizados questionários aos técnicos dos laboratórios a nível internacional sobre a gestão manual e informatizada da dosimetria individual dos TOE's foram também analisados documentos sobre os processos de gestão da dosimetria individual dos TOE's na ANEA.

A escolha do questionário justifica-se pelo facto do pesquisador não influenciar muito nas respostas visto que a interacção é mínima e pelo facto de a técnica estar cada vez mais aliada as ferramentas digitais, como o *Google Forms*, que oferecem acessibilidade e flexibilidade. Esta ferramenta foi especialmente útil para alcançar técnicos em locais distantes, garantindo uma amostra mais ampla em menor tempo e contribuiu para a qualidade e quantidade dos dados colectados. A partir dos questionários esperava-se colectar dados e percepções sobre a gestão manual da dosimetria individual dos TOE's e particularmente entender as limitações da adopção de sistemas manuais de gestão, na gestão da dosimetria individual dos TOE's. Esses dados foram analisados quantitativamente, utilizando técnicas estatísticas descritivas e inferenciais.

A análise de documentos foi seleccionada por permitir colher informações detalhadas sobre os processos de negócios desde o pedido de adesão aos serviços de Monitoria Individual Externa até a emissão dos relatórios dosimétricos.

Com a análise de conteúdos esperava-se ter informações ou requisitos documentais para adesão aos serviços de dosimetria.

Para o segundo objectivo, foi conduzida uma pesquisa exploratória, que, de acordo com Gil (1991), citado por Kauark et al. (2010), “objectiva maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou à construção de hipóteses”. Neste caso, os questionários aplicados aos técnicos de outros laboratórios que adoptaram sistemas integrados de gestão buscaram entender e comparar os benefícios e limitações de cada um desses sistemas. Para os laboratórios com os quais foi impossível estabelecer contacto directo, foram realizadas pesquisas a partir de suas páginas na internet, com o intuito de compreender igualmente as funcionalidades, benefícios e limitações dos seus sistemas.

Para o terceiro objectivo, foi conduzida uma pesquisa de natureza aplicada, que, de acordo com Kauark et al. (2010), “objectiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. A solução do problema apresentado foi desenvolvida a partir de um estudo de caso, tendo como foco a Agência Nacional de Energia Atómica (ANEA), isto é, tendo em conta o contexto local, as dinâmicas internas e suas particularidades. Para atingir esse objectivo, foi também realizada uma pesquisa bibliográfica, com o intuito de entender os pressupostos normativos sobre a gestão da dosimetria individual dos TOE’s.

## **1.6. Estrutura do Relatório**

O presente trabalho é composto por sete (7) capítulos, devidamente enumerados e duas secções não enumeradas referentes a bibliografia e anexos.

### **a) Capítulo I - Introdução**

Contextualiza o tema do relatório, abordando as motivações, justificativas, definição do problema, objectivos e metodologia da pesquisa.

### **b) Capítulo II - Actividades Desenvolvidas Durante o Estágio**

Detalha as actividades realizadas no estágio, organizadas em três fases: Integração Inicial, Suporte Técnico e Pesquisa, e Desenvolvimento do Sistema de Gestão da

Dosimetria Individual. Essas actividades contribuíram para o desenvolvimento das competências do autor e para a identificação das necessidades da ANEA.

c) Capítulo III - Revisão da Literatura

Explora os fundamentos teóricos sobre dosimetria individual, normas e regulamentos de protecção radiológica, além de soluções digitais adoptadas por outras instituições.

d) Capítulo IV - Estudo de Caso

Apresenta a ANEA e o Laboratório de Dosimetria Individual, descrevendo sua missão, visão, valores e processos de negócio do laboratório de dosimetria individual.

e) Capítulo V - Proposta de Solução

Apresenta a solução proposta, incluindo tecnologias, requisitos funcionais e não funcionais para superar os desafios do sistema manual e considerando as práticas de outros laboratórios de dosimetria.

f) Capítulo VI - Discussão dos Resultados

Analisa os resultados do questionário aplicado a técnicos de laboratórios de dosimetria internacionais, discutindo como um sistema informatizado pode otimizar a gestão da dosimetria em relação aos desafios dos sistemas manuais.

g) Capítulo VII - Considerações Finais

Apresenta as conclusões do trabalho, resumindo os principais achados e propondo recomendações para a implementação e melhoria contínua do sistema de gestão de dosimetria individual.

h) Bibliografia

Esta seção lista todas as fontes teóricas e referências consultadas ao longo do trabalho, incluindo livros, artigos, normas, e sites especializados.

i) Anexos

A seção de anexos reúne materiais complementares que auxiliam na compreensão do trabalho, como documentos técnicos e imagens da solução proposta. Esses anexos servem para enriquecer o conteúdo apresentado nos capítulos, fornecendo detalhes adicionais.

## **2. Capítulo II- Actividades desenvolvidas durante o estágio**

Neste capítulo, descrevem-se as principais actividades realizadas ao longo do estágio na Agência Nacional de Energia Atómica (ANEA). As acções desenvolvidas foram divididas em três fases principais: Integração e Orientação Inicial, Suporte e Pesquisa Técnica (*Helpdesk*), e Desenvolvimento do Sistema Integrado de Gestão da Dosimetria Individual. Cada fase permitiu um desenvolvimento gradual de competências e conhecimentos, necessários para o cumprimento dos objectivos do estágio e alinhados com as necessidades da agência. A seguir, apresentam-se os detalhes das actividades realizadas em cada uma dessas fases.

### **2.1. Integração e orientação**

Esta fase inicial foi essencial para o estagiário se ambientar à estrutura organizacional da ANEA e compreender os protocolos específicos da instituição, especialmente devido à natureza sensível dos materiais radioactivos com os quais a agência lida. As actividades incluíram:

- a) Reconhecimento da estrutura da ANEA: Familiarização com os departamentos e sectores da agência, essencial para entender o funcionamento interno e as interacções interdepartamentais.
- b) Reunião de definição de metas e expectativas com o supervisor: Alinhamento dos objectivos do estágio com as expectativas institucionais, definindo entregáveis e cronogramas para assegurar uma direcção clara durante o estágio.
- c) Introdução às normas de segurança e protocolos da agência: Treinamento específico sobre as normas de segurança associadas ao manuseamento de materiais radioactivos e outros protocolos operacionais da agência.

### **2.2. Suporte técnico e pesquisa (*helpdesk*)**

Durante esta fase, o estagiário colaborou com a equipa de suporte técnico, fornecendo assistência aos utilizadores e aprofundando as habilidades de diagnóstico e resolução de problemas. Esta experiência proporcionou um entendimento prático dos desafios enfrentados pela ANEA e desenvolveu competências específicas em suporte técnico e *troubleshooting*.

- a) Suporte básico aos utilizadores: Resolução de problemas de *hardware* e *software*, proporcionando uma base sólida para o trabalho de suporte e compreensão dos sistemas usados pela agência.
- b) Aprimoramento das habilidades de diagnóstico: Através do contacto directo com utilizadores e utilização de ferramentas de diagnóstico, o estagiário aprimorou a capacidade de identificar e resolver problemas com eficiência.

### **2.3. Desenvolvimento do sistema**

Esta fase constituiu o foco principal do estágio, onde o estagiário participou activamente no processo de desenvolvimento de um sistema informático de gestão da dosimetria individual, desenhado para automatizar e otimizar o processo de monitoramento de radiação aos TOE's.

- a) Análise de sistemas existentes: Avaliação dos sistemas usados na ANEA e em outras instituições similares para identificar boas práticas e lacunas a serem preenchidas pela nova solução.
- b) Definição dos requisitos do sistema: Colaboração com *stakeholders* para especificar os requisitos do sistema, garantindo a sua conformidade com os regulamentos vigentes.
- c) Documentação técnica detalhada: Elaboração de um documento com os requisitos funcionais e não funcionais que serviu como guia para o desenvolvimento do sistema.
- d) Desenvolvimento da arquitectura do sistema: Utilização de diagramas UML para ilustrar a estrutura e os fluxos de dados, facilitando a compreensão e a coordenação entre os desenvolvedores.
- e) Selecção de tecnologias e ferramentas: Escolha de tecnologias adequadas para o sistema, considerando aspectos como escalabilidade, manutenção e compatibilidade com o ambiente da ANEA.
- f) Configuração do ambiente de desenvolvimento: Estabelecimento de um ambiente de desenvolvimento com integração contínua para assegurar o controlo de qualidade.
- g) Instalação de ferramentas de desenvolvimento: Configuração de ferramentas necessárias para o desenvolvimento do sistema.

- h) Implementação do protótipo básico: Desenvolvimento de uma versão funcional do sistema, incluindo funcionalidades essenciais para o cadastro e monitoramento dos trabalhadores.
- i) Apresentação do sistema: Demonstração da solução desenvolvida para a equipa da ANEA, acompanhada de uma discussão sobre melhorias futuras e o impacto esperado na gestão dosimétrica.

## **2. Capítulo III - Revisão da literatura**

Neste capítulo, são apresentadas as principais referências teóricas sobre dosimetria individual e às grandezas dosimétricas, bem como as normas e regulamentos nacionais e internacionais que tratam da protecção radiológica e da dosimetria individual. Além disso, será apresentado o problema da gestão manual e a comparação entre diferentes soluções informáticas de gestão. A apresentação desses tópicos visa proporcionar uma compreensão mais ampla do problema abordado e fundamentar a solução proposta.

### **3.1. Leis e Regulamentos Moçambicanos aplicáveis à dosimetria individual**

A protecção dos TOE's à radiação ionizante é um aspecto imprescindível em ambientes que envolvem práticas radiológicas, sendo amplamente regulamentada para garantir a segurança desses indivíduos.

Em Moçambique, o decreto n.º 49/2018, de 21 de Agosto, que aprova o Regulamento de Protecção e Segurança Radiológica, estabelece normas de protecção das pessoas contra a exposição às radiações ionizantes, segurança de fontes de radiação, gestão dos resíduos radioactivos, protecção de bens e do meio ambiente. Neste decreto também são abordadas questões relacionadas com responsabilidades dos Titulares de Licenças e Empregadores, limites de dose, monitoramento e manutenção de registos, todos fundamentais para a gestão da dosimetria individual dos TOE's.

#### **3.1.1. Responsabilidades gerais dos titulares de licenças e empregadores**

O número 1, do artigo 26 do regulamento de Protecção e Segurança Radiológica destaca que “os titulares de licenças, registos e empregadores ligados às actividades e práticas, são responsáveis pela protecção dos trabalhadores contra a exposição ocupacional”.

Esta responsabilidade dos titulares de licenças, registos e empregadores é em parte cumprida ao aderir a um Serviço de Dosimetria Individual dos trabalhadores ocupacionalmente expostos de um laboratório autorizado.

#### **3.1.2. Cooperação entre os titulares de licenças e empregadores e responsabilidade dos trabalhadores**

O regulamento de Protecção e Segurança Radiológica no número 4 do artigo 27 enfatiza que “os titulares de licenças e registo responsável pela fonte ou exposição devem: Obter

dos empregadores o histórico anterior de exposição ocupacional dos trabalhadores e fornecer ao trabalhador e ao empregador os registos de exposições radiológicas individuais”. Por sua vez a alínea d do número 1 do artigo 28 do mesmo regulamento diz que os trabalhadores devem “fornecer informações sobre o seu histórico de saúde e de avaliação de dose”.

Estes deveres só podem ser cumpridos quando existe um sistema eficiente de gestão da dosimetria individual dos TOE’s que permita a recuperação do seu histórico de avaliação de dose para permitir um monitoramento contínuo e a identificação de tendências que podem indicar riscos à saúde.

### 3.1.3. Limites de dose

Segundo Tahuata et. al (2014), “uma das metas da protecção radiológica é a de manter os limites de dose equivalente (equivalente de dose) anual para os tecidos, abaixo do limiar do detrimento para os efeitos não-estocásticos nesse tecido”.

O número 1 do artigo 15 do Regulamento de Protecção e Segurança Radiológica diz que, “os titulares de licença devem assegurar que as exposições de indivíduos devido as práticas para as quais estão autorizados, sejam restritos para que a dose efectiva e equivalente não exceda o limite definido para os tecidos e órgãos humanos”.

Em Moçambique, os limites de dose para TOE’s são estabelecidos nos números 2 e 3 do mesmo artigo do Regulamento de Protecção e Segurança radiológica e apresentados na tabela abaixo.

**Tabela 1:** Limites de dose (Fonte: adaptado pelo autor do Regulamento de Protecção e Segurança Radiológica)

<b>Público-alvo</b>	<b>Zona</b>	<b>Limites de dose</b>
Trabalhadores expostos maiores de 18 anos	Corpo inteiro	Dose efectiva de 20 mSv por ano, em média, durante cinco anos consecutivos (100 mSv em 5 anos) e de 50 mSv em um ano qualquer
	Cristalino	Dose equivalente no de 20 mSv por ano, em média, durante cinco

		anos consecutivos (100 mSv em 5 anos) e 50 mSv em um ano qualquer
	Extremidades (mãos e pés) ou na pele	Dose equivalente de 500 mSv em um ano.
Exposição ocupacional de aprendizes com idades entre 16 e 18 anos que estão recebendo treinamento para trabalhos relacionados à radiação, e para a exposição de estudantes de 16 a 18 anos que usam fontes durante seus estudos	Corpo inteiro	Dose eficaz de 6 mSv em um ano
	Cristalino	Dose equivalente de 20 mSv em um ano
	Extremidades (mãos e pés) ou na pele	Dose equivalente de 150 mSv em um ano

O registo e controle das doses anuais e quinquenais são essenciais para garantir que a exposição à radiação permaneça dentro dos valores legais, prevenindo danos imediatos ou a longo prazo à saúde dos TOE's. Desta forma, é importante que existam mecanismos que permitam emitir alertas imediatos quando os limites estão próximos, o que garante maior eficiência e segurança na protecção dos trabalhadores.

### 3.2. Equivalente da dose pessoal representado pela notação $H_p(d)$

É uma grandeza usada para estimar a dose de radiação recebida por uma pessoa em um ponto específico no corpo, geralmente na pele ou em tecidos superficiais.

Para radiação fortemente penetrante, a profundidade de referência é de 10 mm. Para radiação de fraca penetração, a profundidade de referência é de 0,07 mm. Para simplificar a notação, assume-se que  $d$  é expresso em milímetros e, portanto, os equivalentes de dose pessoal nas duas profundidades recomendadas mencionadas são denotados por  $H_p(10)$  e  $H_p(0,07)$ , respectivamente.

De acordo com o número 2 do artigo 16, do decreto n.º 49/2018, de 21 de Agosto, que aprova o Regulamento de Protecção e Segurança Radiológica “No caso de exposição ocupacional, a dose equivalente pessoal Hp(10) pode ser usada como um equivalente aproximado da dose efectiva recebida pela exposição externa à radiação penetrante, sendo Hp(10) a dose equivalente individual Hp(d) onde  $d=10\text{mm}$ .”

Portanto a grandeza equivalente da dose é uma grandeza mensurável nos laboratórios de dosimetria individual a partir dos dosímetros utilizados no monitoramento individual dos TOE's, com o objectivo de garantir que as doses recebidas estejam dentro dos limites de segurança regulamentares.

### **3.3. Registo da exposição ocupacional**

De acordo com o artigo 29 do Regulamento de Protecção e Segurança Radiológica citado no número anterior, “os registos de exposição ocupacional devem ser mantidos durante toda a vida profissional do trabalhador, até os 75 anos de idade durante a vida profissional do trabalhador e até 30 anos após a cessação do trabalho em que o trabalhador estava sujeito a exposição ocupacional”.

Essa exigência implica que o sistema de registo precisa ter funcionalidades robustas de armazenamento e recuperação de dados, isso inclui as seguintes capacidades:

- a) Armazenar informações de maneira segura e acessível: O sistema deve garantir que os registos de exposição sejam mantidos em formato digital ou físico, com protecção adequada contra perdas, acessos não autorizados ou deterioração.
- b) Gerenciar a continuidade dos registos: considerando que a manutenção dos registos se estende por várias décadas, o sistema deve ser projectado para suportar a transferência de dados entre diferentes plataformas e garantir que as informações permaneçam válidas e úteis mesmo após mudanças tecnológicas.
- c) Facilitar o acesso e a análise de dados: o sistema deve permitir que trabalhadores, empregadores e autoridades reguladoras acessem facilmente os registos, o que é crucial para monitorar a saúde dos trabalhadores e garantir a conformidade com as normas regulatórias.
- d) Promover a segurança e saúde ocupacional: A disponibilidade de registos de exposição a longo prazo permite a realização de análises retrospectivas sobre a

saúde dos trabalhadores, contribuindo para o reconhecimento precoce de problemas de saúde relacionados à exposição à radiação.

De modo geral, a manutenção de registos de exposição ocupacional por toda a vida profissional e além é um componente vital da estratégia de protecção da saúde dos trabalhadores e sublinha a importância de ter e manter um sistema de registo de doses que cumpre com a tríade confidencialidade, integridade e disponibilidade.

O cumprimento dessas exigências legais pode ser assegurado por meio de um sistema de informação que, conforme definido por Laudon e Laudon (2011), "é um conjunto de componentes relacionados entre si que colectam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações, servindo para apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle em uma organização".

Os sistemas de informação podem ser tanto manuais quanto computadorizados, como observado por Lemos II (2011). Um exemplo de comparação entre ambos os tipos de sistemas é dado por Kauffmann (2004), citado por Lemos II (2011), que explica que muitos sistemas de informação iniciaram como manuais e, com o tempo, foram transformados em sistemas computadorizados. Essa evolução ocorre porque, como Lemos II (2011) aponta, "os sistemas de informação manuais não são práticos e estão sujeitos a muito mais erros, o que os torna ineficientes".

No contexto da dosimetria individual, as limitações e desafios enfrentados com a adopção de sistemas manuais são particularmente relevantes. A seguir, serão apresentados os principais constrangimentos associados ao uso de sistemas de informação manuais na gestão da dosimetria individual, bem como as soluções informáticas que podem ser adoptadas para mitigar esses problemas.

### **3.3.1. Constrangimentos ao se adoptar sistema de informação manual na dosimetria individual**

A percepção sobre a gestão da dosimetria individual dos TOE's baseou-se na análise dos processos de negócio da ANEA e nas respostas dos técnicos dos laboratórios de dosimetria individual de instituições internacionais, obtidas por meio de questionários elaborados. Esta pesquisa evidenciou que algumas instituições ainda adoptam métodos manuais de gestão, como o uso de papéis, planilhas electrónicas (Microsoft Excel) ou bases de dados simples (Microsoft Access). Embora esses métodos possam parecer adequados em ambientes de menor complexidade, a prática revela uma série de

desafios e limitações significativos que impactam directamente no cumprimento das regulamentações, especialmente em ambientes com grandes volumes de dados e onde a segurança dos trabalhadores expostos é uma prioridade absoluta. Esses desafios podem ser descritos da seguinte forma:

- **Erro humano e inconsistências**

Pequenas falhas no registo, como o registo incorrecto de informações, omissões ou duplicações, são comuns. Essas inconsistências comprometem o cálculo da dose acumulada, por outro lado, erros em cálculos de dose podem resultar em acções correctivas inadequadas ou atrasadas, colocando os trabalhadores em risco.

- **Tempo despendido**

O processo manual exige uma quantidade significativa de tempo para colecta, análise e registo dos dados, aumentando a ineficiência.

- **Dificuldade de acesso e consulta de dados**

Sistemas manuais tornam a recuperação de informações um processo lento e trabalhoso. A busca por registos físicos, muitas vezes antigos, exige tempo e esforço consideráveis, especialmente quando se trata de acessar históricos de exposição para auditorias ou investigações. Isso aumenta o risco de perda ou extravio de documentos, o que pode comprometer a rastreabilidade dos dados e a conformidade com as regulamentações de segurança.

- **Armazenamento e preservação de registos**

A necessidade de espaço para arquivar documentos e as medidas de preservação a longo prazo são outro desafio. Documentos em papel estão sujeitos a degradação natural ao longo do tempo, além de riscos associados a desastres, como incêndios ou enchentes, o que pode levar à perda irreparável de dados essenciais para a monitoria dos trabalhadores.

- **Falta de integração**

Um dos maiores entraves ao uso de sistemas manuais é a dificuldade de integração com outros departamentos. A ausência de uma base de dados centralizada impede a troca de informações em tempo real, limitando a capacidade de criar uma visão integrada entre os sectores.

- **Capacidade de análise e relatórios**

Em sistemas manuais, a geração de relatórios e a análise de grandes volumes de dados são extremamente limitadas.

### **3.4. Soluções informáticas para gestão da dosimetria individual**

#### **a) PRO-RAD**

É uma plataforma *online* utilizada pelo Laboratório de Dosimetria Pro-Rad Consultores em protecção radiológica, no Brasil, desenvolvida para oferecer soluções de gestão em protecção radiológica.

Segundo o PRORAD (2024), esta plataforma apresenta diversas funcionalidades importantes, tais como:

- Cadastrar usuários e dosímetros;
- Visualizar o Relatório de Doses mensal assinado digitalmente;
- Acompanhar os relatórios anuais e individuais com a soma das doses em cada ano-calendário;
- Enviar os Relatórios de Doses por correio electrónico;
- Visualização de alertas para doses que requerem investigação e
- Autenticidade dos relatórios digitais de doses e dos laudos de serviços assinados digitalmente

#### **b) Portal de dosimetria da Stericycle**

É um portal web usado pela Ambimed, representante em Portugal da Stericycle Stericycle (uma empresa de colecta estadunidense, sediada em Bannockburn). A Ambimed é uma Entidade Certificada para Formação em Protecção Radiológica e presta diversos serviços de protecção radiológica incluindo a dosimetria individual.

Segundo o Stericycle (2024) as principais funcionalidades do portal incluem:

- Análise da lista de pessoas monitoradas, com estados diferenciados (activas, canceladas, inactivas);
- Consulta de doses recebidas (mensais, trimestrais e anuais) por profissional e por instalação, com exportação para formato Excel;
- *Download* de dados de dosimetria para processamento e análise;

- Gestão de inscrições e cancelamentos de dosímetros;
- Acompanhamento do estado dos dosímetros (em emissão, em uso, devolvido, aguardando leitura, não devolvido ou extraviado).

### **c) GPR *online* – Gerenciador de Protecção Radiológica**

Segundo o SAPRA Landauer (2024), o GPR Online é um sistema desenvolvido para otimizar o trabalho de profissionais responsáveis pela protecção radiológica, utilizado pelos clientes da Sagra Landauer, prestadora de serviços de dosimetria no Brasil desde 1979.

As principais funcionalidades do sistema incluem:

- Consulta de doses mensais e acumuladas por usuário, grupo de usuários, sector e instituições afiliadas;
- Acompanhamento do envio e recepção de monitores através da base de dados da Sagra Landauer;
- Identificação de monitores não devolvidos;
- Gestão de alterações, inclusões, exclusões de usuários e transferências entre instituições;
- Consulta de cadastro informatizado de usuários e instituições, conforme padrões da CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear);
- Acesso a relatórios de doses mensais, disponíveis após análise e geração na base de dados da Sagra Landauer.

### **d) Metrobras**

É um sistema *online* para dosimetria pessoal da Metrologia para as Radiações ionizante desenvolvido para que todas as actividades sejam realizadas de forma simples e rápida.

De acordo com METROBRAS (2024), o cliente é capaz de:

- Incluir, excluir e transferir usuários entre os sectores
- Exportar relatórios de dose mensal, anual e individual, assinados digitalmente
- Acompanhar o histórico da movimentação cadastral
- Acompanhar o rastreamento das remessas

### 3.4.1. Vantagens Gerais das Soluções Analisadas

As principais vantagens observadas nas soluções identificadas incluem:

- a) **Centralização e acessibilidade:** Todas as plataformas analisadas oferecem acesso centralizado aos dados, facilitando a gestão remota e permitindo que os operadores acessem informações de forma prática e eficiente.
- b) **Emissão e armazenamento de relatórios:** A maioria das soluções permitem a geração de relatórios mensais e anuais, com histórico acumulado das doses. Este recurso é essencial para o acompanhamento da exposição à radiação ao longo do tempo e para assegurar o cumprimento dos requisitos regulamentares.
- c) **Assinatura digital e segurança:** algumas plataformas, como o PRO-RAD e Metrobras, integram a funcionalidade de assinatura digital nos relatórios, o que contribui para a autenticidade dos documentos e para a conformidade com as exigências de segurança.
- d) **Rastreamento logístico de dosímetros:** A possibilidade de rastrear o envio e recepção de dosímetros, como nos sistemas PRO-RAD e Portal Stericycle, otimiza o controle logístico e reduz o risco de extravios, melhorando a eficiência dos serviços de dosimetria.
- e) **Exportação de dados para análise externa:** Funcionalidades como as do Portal Stericycle, que permitem a exportação de dados para formatos como Excel, ampliam as possibilidades de análise e integração dos dados em outras plataformas de apoio à tomada de decisão.

### 3.4.2. Limitações identificadas nas soluções

Embora essas plataformas ofereçam benefícios relevantes, algumas limitações foram identificadas:

- a) **Ausência de notificações automáticas para limites de dose:** em algumas plataformas, como o Portal Stericycle e o GPR Online, faltam alertas automáticos em tempo real para informar sobre o alcance de níveis de dose críticos. Essa ausência limita a capacidade de resposta rápida, fundamental para a segurança dos TOEs.
- b) **Dependência de processos manuais ou serviços externos no controle logístico:** O rastreamento de dosímetros em algumas plataformas, como o PRO-RAD (dependente de serviços postais), reduz a flexibilidade operacional e pode impactar a eficiência, especialmente em áreas onde o serviço postal é limitado.

- c) **Complexidade para pequenas organizações:** Funcionalidades avançadas, como permissões personalizadas no PRO-RAD, tendem a ser mais vantajosas para grandes organizações. Para pequenas instituições, essas funções podem gerar uma complexidade desnecessária.

### 3.4.3. Funcionalidades potenciais para o sistema proposto baseadas nas soluções existentes

Para o desenvolvimento do sistema proposto, algumas das funcionalidades observadas nas plataformas analisadas podem ser incorporadas para aprimorar a gestão de dosimetria individual:

- a) **Centralização e Acessibilidade:** A centralização dos dados dosimétricos em uma plataforma única e acessível, tanto pela intranet quanto pela internet, permitirá aos operadores e OPR's o acompanhamento em tempo real, facilitando a tomada de decisões de maneira rápida e informada.
- b) **Geração de relatórios mensais e anuais com histórico acumulado:** A inclusão de relatórios automáticos mensais e anuais, com um histórico acumulado das doses, possibilitará o monitoramento de longo prazo da exposição dos TOE's, favorecendo o cumprimento das normas regulamentares e permitindo a análise detalhada da evolução das doses recebidas ao longo do tempo.
- c) **Flexibilidade na gestão de usuários:** A exemplo do GPR Online, a capacidade de incluir, transferir e excluir usuários conferiria adaptabilidade ao sistema proposto, tornando-o adequado para diversas configurações organizacionais.
- d) **Integração:** a integração dos diferentes departamentos da ANEA que intervém no serviço de dosimetria prestado permitirá maior qualidade nas actividades desenvolvidas
- e) **Rastreamento dos dosímetros:** A funcionalidade de rastreamento logístico de dosímetros permitirá acompanhar todo o ciclo de movimentação dos dosímetros, desde a emissão até a devolução, com controle em tempo real do status de cada unidade.

## **4. Capítulo IV - Caso de estudo**

Neste capítulo, é apresentada a instituição que serve como base para o estudo de caso, a Agência Nacional de Energia Atómica (ANEA) e de modo particular o Laboratório de Dosimetria Individual. Inicialmente, são descritos os processos de negócios do Laboratório de Dosimetria Individual, em seguida, são analisados os desafios e limitações decorrentes da adopção de um sistema manual de registo, apontando os principais constrangimentos enfrentados pela instituição. Por fim, são apresentadas as soluções digitais usadas por alguns laboratórios de dosimetria individual.

### **4.1. Descrição da Agência Nacional de Energia Atómica**

A Agência Nacional de Energia Atómica abreviadamente designada ANEA é criada através da Lei 8/2017 (Lei de Energia Atómica) de 21 de Julho e de acordo com o artigo número 5 da mesma lei “exerce a função de Autoridade Reguladora na República de Moçambique, com poderes de regulação, supervisão, fiscalização, inspecção e sancionamento”.

São atribuições da ANEA a coordenação, controlo e supervisão da protecção e segurança das actividades associadas ou de que possam resultar emissões radioactivas e resíduos radioactivos, bem como das acções relacionadas com a utilização de fontes de radiação, materiais, dispositivos e substâncias radioactivas, em todos os sectores económicos e sociais, públicos e privados.

#### **4.1.1. Missão**

Proteger pessoas, bens e meio ambiente dos efeitos nocivos das radiações ionizantes e garantir a segurança física de fontes radioactivas, materiais nucleares e instalações nucleares.

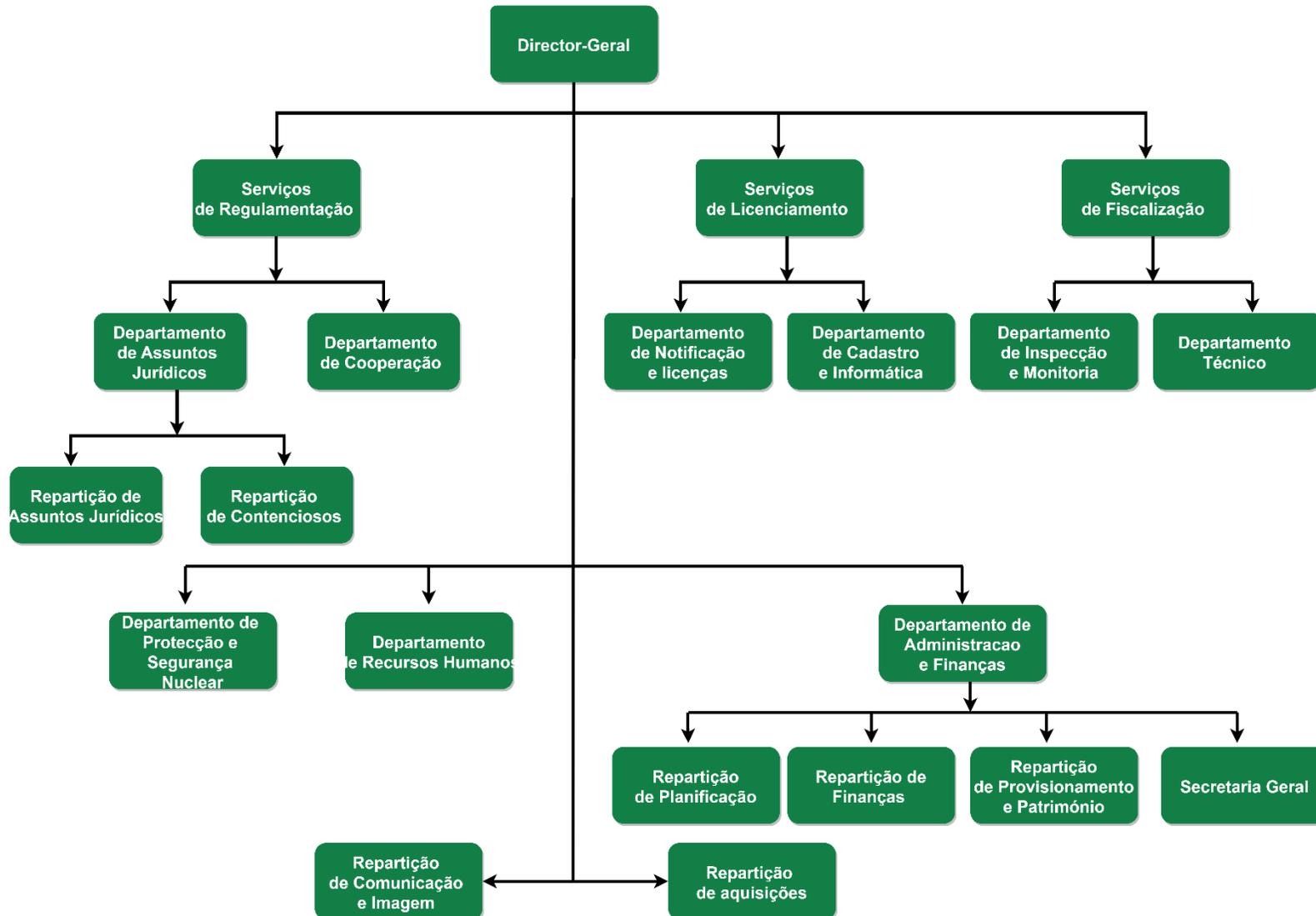
#### **4.1.2. Visão**

Ser uma autoridade Reguladora de excelência no domínio de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear.

#### **4.1.3. Valores**

Integridade, Transparência e Competência.

## 4.2. Estrutura orgânica



**Figura 1:** Organograma Simplificado da ANEA

(Fonte: adaptado pelo autor do Regulamento Interno da Agência Nacional de Energia Atómica)

De acordo com Diploma Ministerial n.º 62/2020 de 5 de Novembro que aprova o Regulamento Interno da ANEA, esta instituição apresenta uma estrutura hierárquica centralizada (vide figura1) dirigida por um Director-Geral, coadjuvado por um Director-Geral Adjunto, ambos nomeados pelo Primeiro-ministro, sob proposta do Ministro que superintende a área de energia.

Cada um dos Serviços (Regulamentação, Licenciamento e Fiscalização) são dirigidos respectivamente por um Director de Serviços Centrais nomeado pelo Director-Geral.

Os Departamentos autónomos (Protecção e Segurança Nuclear, Administração e Finanças, Recursos Humanos) e repartições autónomas (Aquisições, Comunicação e Imagem) por seus respectivos chefes nomeado pelo Director-Geral.

Os departamentos centrais são dirigidos por seus respectivos chefes nomeado pelo Director-Geral, sob proposta do respectivo Director de Serviços.

#### **4.3. Laboratório de dosimetria individual**

O Laboratório de Dosimetria Individual, localizado nas instalações da Autoridade Nacional de Energia Atómica (ANEA), integra o Departamento Técnico e foi oficialmente inaugurado em 2 de Março de 2023. Este laboratório é fruto da Cooperação Técnica estabelecida entre Moçambique, representado pela ANEA, e a Agência Internacional de Energia Atómica (AIEA).

#### **4.4. Sistema actual**

A ANEA é uma instituição pública relativamente recente e que de acordo com as suas responsabilidades e atribuições desempenha um papel fundamental no sector de energia nuclear incluindo licenciamento de instalações, fontes e geradores.

Até o momento, muitas das actividades têm sido conduzidas de forma manual, com o uso de ferramentas como o Microsoft Excel, Microsoft Access. Estes métodos tradicionais têm demonstrado várias limitações, especialmente no que diz respeito à eficiência, precisão e integração de dados.

No caso particular do Laboratório de Dosimetria, que foi recentemente apetrechado e inaugurado, não se adoptou plenamente um sistema manual para a gestão da dosimetria individual dos TOE's. Contudo, com base nas análises preliminares e nas experiências

dos técnicos da ANEA e de outros laboratórios internacionais, ficou evidente que a implementação de um sistema manual traria inúmeros desafios operacionais. Entre esses desafios, destacam-se o aumento da carga administrativa, o risco de erros humanos, e a dificuldade em garantir a rastreabilidade e o controle eficiente das informações dos trabalhadores expostos à radiação.

Dado o carácter técnico e a complexidade dos processos de dosimetria, a gestão manual, mesmo em plataformas como Excel e Access, apresentaria uma elevada margem para inconsistências e ineficiências, o que poderia comprometer a qualidade dos dados e a segurança dos trabalhadores. Além disso, a necessidade de centralizar e integrar essas informações para facilitar auditorias e garantir o cumprimento dos requisitos regulatórios reforça a inadequação dos métodos manuais para este tipo de operação.

Embora a ANEA tenha recebido sistemas de gestão doados por parceiros internacionais para apoiar algumas das suas actividades, nenhum deles atende às exigências específicas do Laboratório de Dosimetria. Combinada à limitação orçamental que dificulta a aquisição de um sistema comercial validado adequado tornou-se clara a necessidade de desenvolver um Sistema Informático Integrado de Gestão da Dosimetria Individual dos TOE's.

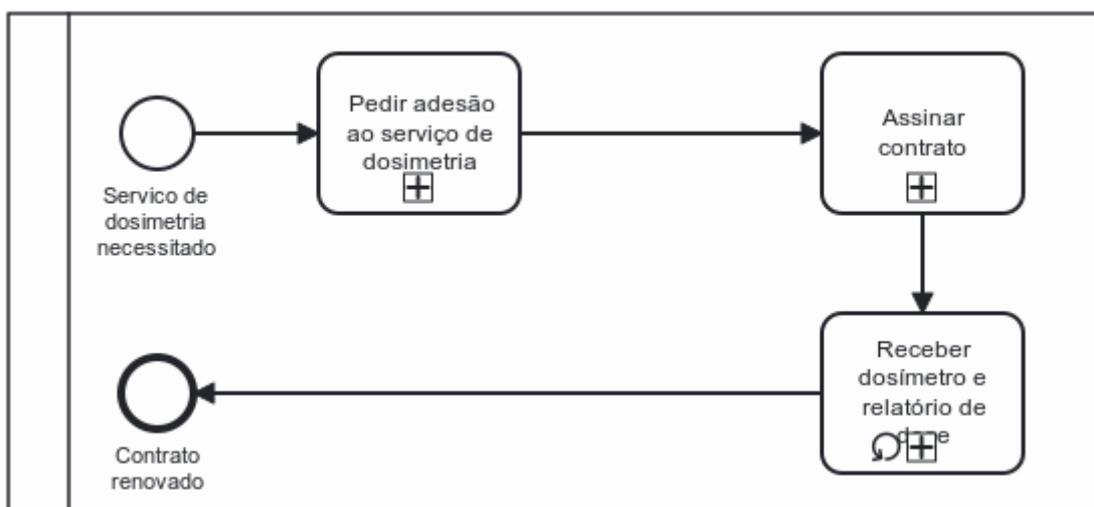
#### **4.5. Processos de negócios**

“É um conjunto de actividades logicamente relacionadas que define como tarefas específicas da empresa serão executadas” (Armelin et. al, 2016).

Os processos de negócios podem estar ligados a um departamento específico ou vários departamentos ou até mesmo a várias organizações.

A apresentação dos processos de negócios do laboratório de dosimetria da ANEA (vide figura 2) segue a notação da metodologia de gerenciamento de processos de negócio BPMN.

Esta figura ilustra a sequência de subprocessos a partir do momento em que o operador verifica a necessidade de adopção do serviço de dosimetria da ANEA, passando pela assinatura do contrato, recepção das remessas dos dosímetros e relatórios de dose ao longo dos períodos de monitoria e renovação do contrato de adesão dos serviços

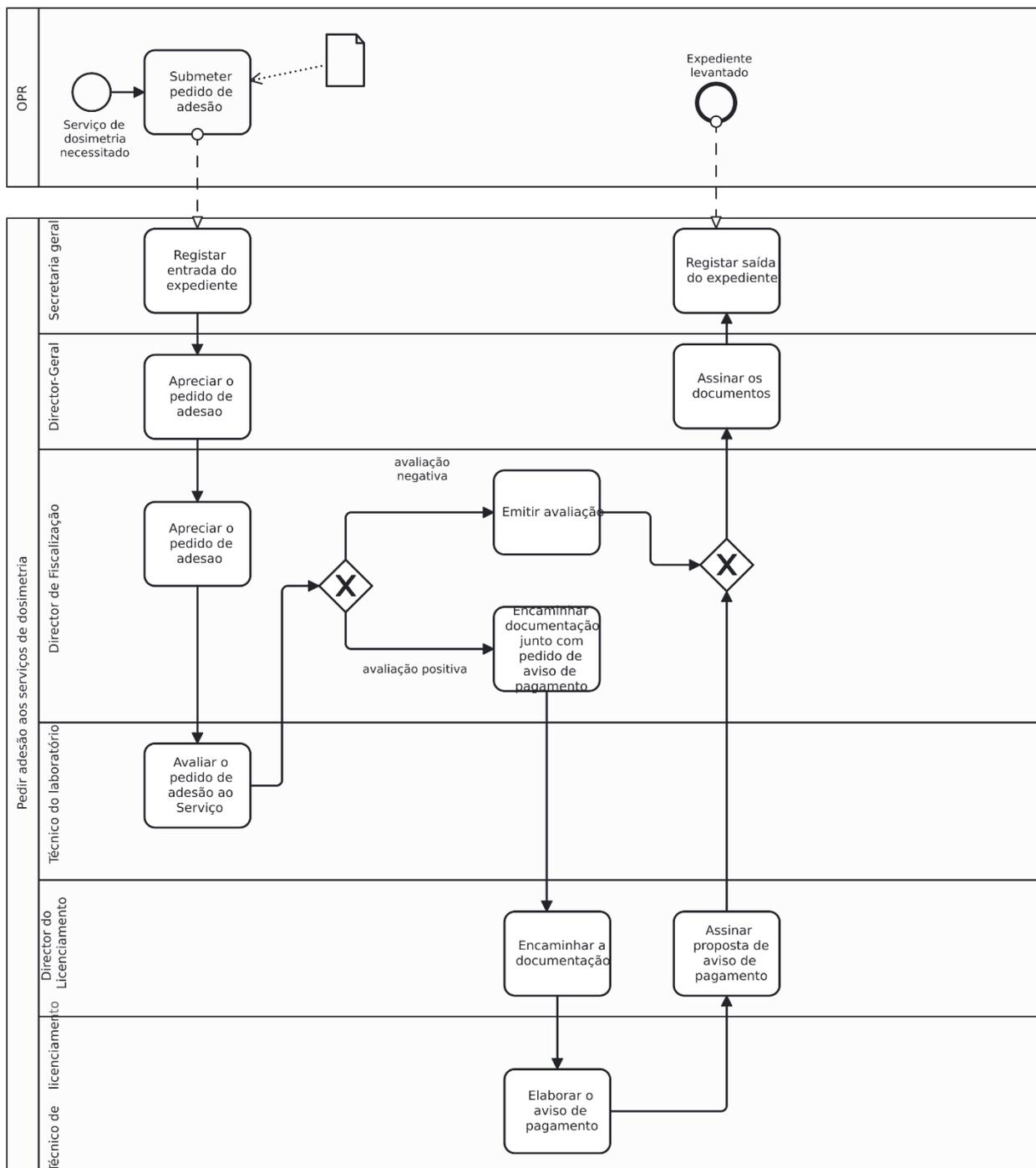


**Figura 2:** Processo de negócio do Laboratório de dosimetria da ANEA

Cada um dos subprocessos apresentados são descritos em detalhe nas secções 4.5.1  
4.5.3

#### **4.5.1. Subprocesso de pedido de adesão ao Serviço de Dosimetria**

O subprocesso inicia com o operador submetendo um pedido formal, que é encaminhado para uma primeira análise, verificado os dados e a conformidade com os requisitos. Se a análise inicial for positiva, o pedido passa por uma análise documental avançada. Após essa etapa, é emitida uma avaliação positiva ou negativa. Em caso de negativa, o subprocesso é encerrado, e o solicitante é notificado. Caso positiva, o processo avança para os serviços de Licenciamento onde se prepara a emissão do aviso de pagamento. Por fim, o solicitante é notificado e pode proceder com o pagamento para efectivar a adesão.

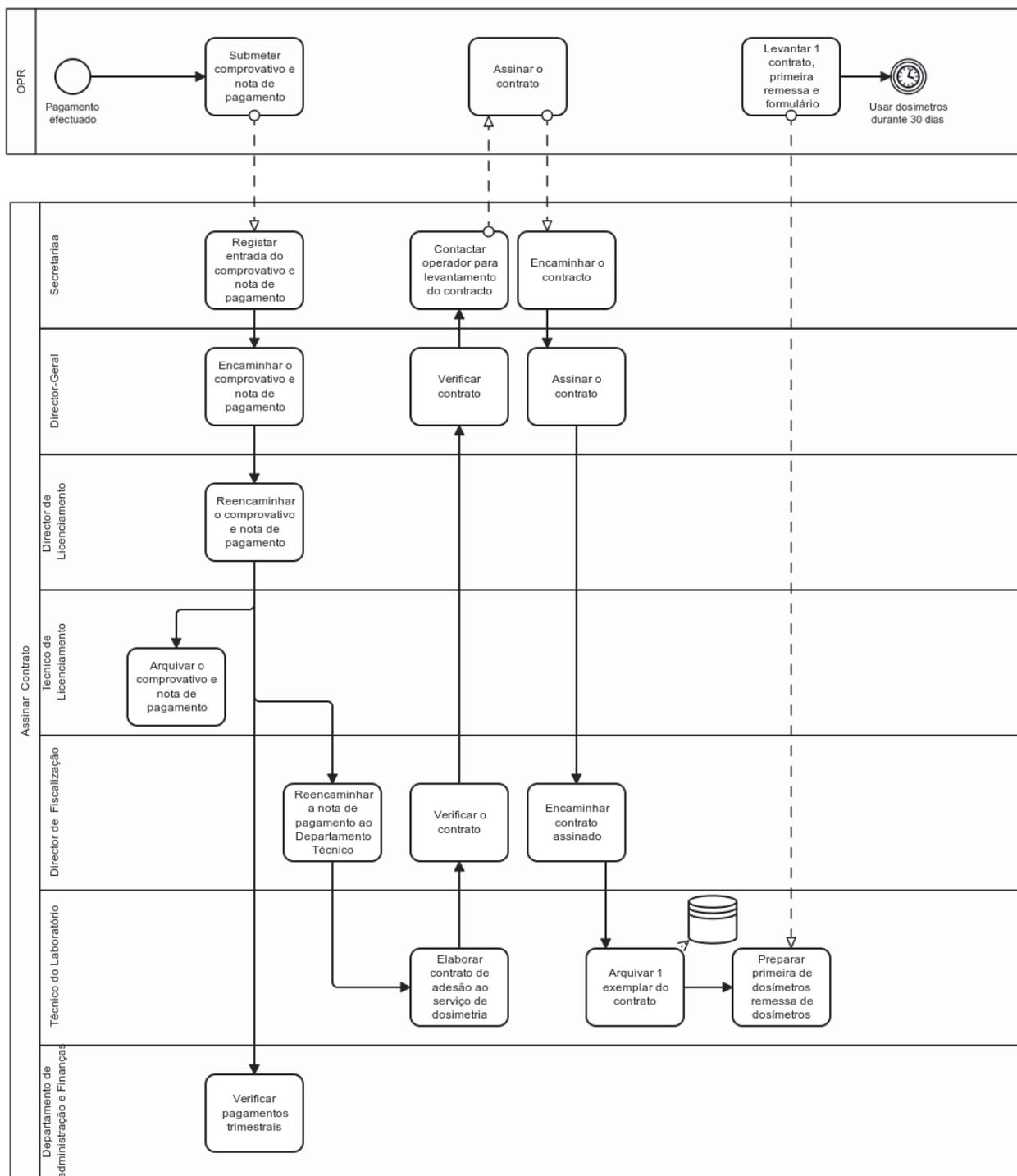


**Figura 3:** Subprocesso de pedido de adesão ao Serviço de Dosimetria

#### 4.5.2. Subprocesso de assinatura do contrato

O operador inicia o processo submetendo o comprovativo de pagamento de adesão aos serviços de dosimetria na Secretaria Geral da ANEA. A partir daí, o documento passa por várias instâncias (Direcção-Geral, Direcção de Licenciamento, Director de Fiscalização) até chegar aos departamentos de Notificação e Licenças e ao Departamento Técnico, onde é arquivado e elaborado o contrato de adesão aos serviços

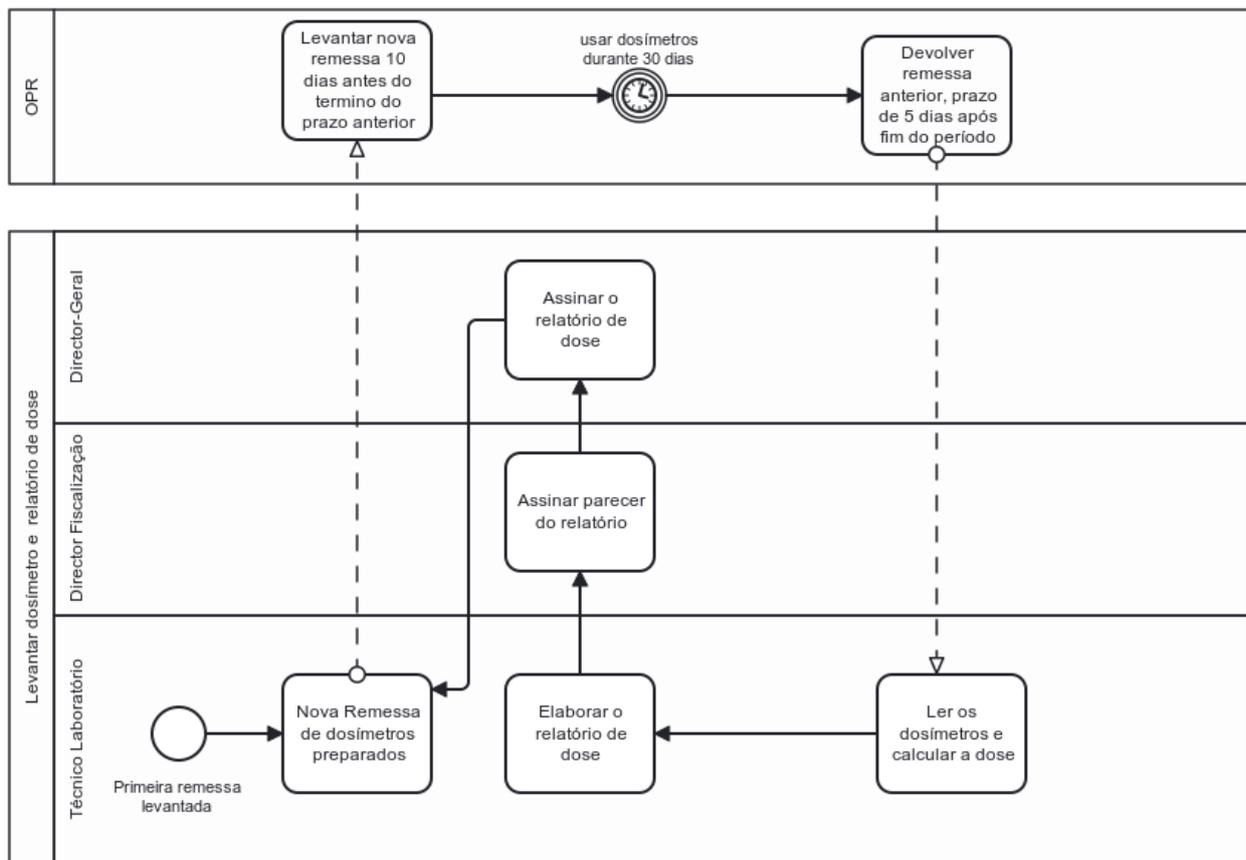
de dosimetria. O contrato segue para a Secretaria, onde o operador o retira, assina e devolve para a assinatura do Director-geral. Os exemplares são encaminhados ao Departamento Técnico, seguindo a hierarquia, onde um exemplar é arquivado e outro é entregue ao operador, juntamente com a primeira remessa de dosímetros.



**Figura 4:** Subprocesso de assinatura do contracto

## Subprocesso de levantamento dos dosímetros e relatórios de dose

O subprocesso inicia com o levantamento da primeira remessa de dosímetros. Uma nova remessa é preparada e retirada pelo operador 10 dias antes do término do período de monitoria anterior. Os dosímetros usados são devolvidos cinco dias após o fim do período de monitoria e substituídos pelos novos. A dose de radiação recebida pelos TOE's é calculada com base nos dados obtidos na leitura dos dosímetros. Um relatório detalhado da dose de radiação recebida pelo trabalhador é elaborado, revisto e aprovado pelos responsáveis técnicos e directores. Em seguida, o operador retira o relatório de dose junto com a nova remessa preparada. O subprocesso se repete continuamente, com a entrega de novas remessas de dosímetros, a devolução dos antigos, a leitura e análise dos dados, e a geração de novos relatórios até o fim do contrato, que pode ser renovado ou não. É importante realçar que neste subprocesso o operador é sempre notificado pelo técnico do laboratório via chamada telefónica ou correio electrónico o que torna a actividade do técnico do laboratório mais exaustiva.



**Figura 5:** Subprocesso de levantamento dos dosímetros e relatórios de dose

## **5. Capítulo V – Proposta da solução**

Este capítulo apresenta a solução proposta para enfrentar o problema identificado nos capítulos anteriores, considerando os desafios e limitações de uma possível implementação do sistema manual, bem como as soluções adoptadas por outros laboratórios de dosimetria individual. Serão descritas as tecnologias utilizadas, além dos requisitos funcionais e não funcionais da solução proposta.

### **5.1. Descrição dos actores**

Os processos de negócio da ANEA apresentam diversas entidades e pessoas que interagem para a prestação dos serviços de dosimetria individual aliada a este facto, para o sistema proposto são descritos quatro (4) actores a saber:

a) Administrador do Sistema (A1)

Usuário (Técnico de informática da ANEA) responsável pela parametrização, atribuição das funções aos usuários

b) Técnico de Finanças (A2)

Usuário (Técnico de Finanças da ANEA) responsável pelo registo de pagamentos emissão de aviso de pagamento.

c) Técnico do laboratório de dosimetria (A3)

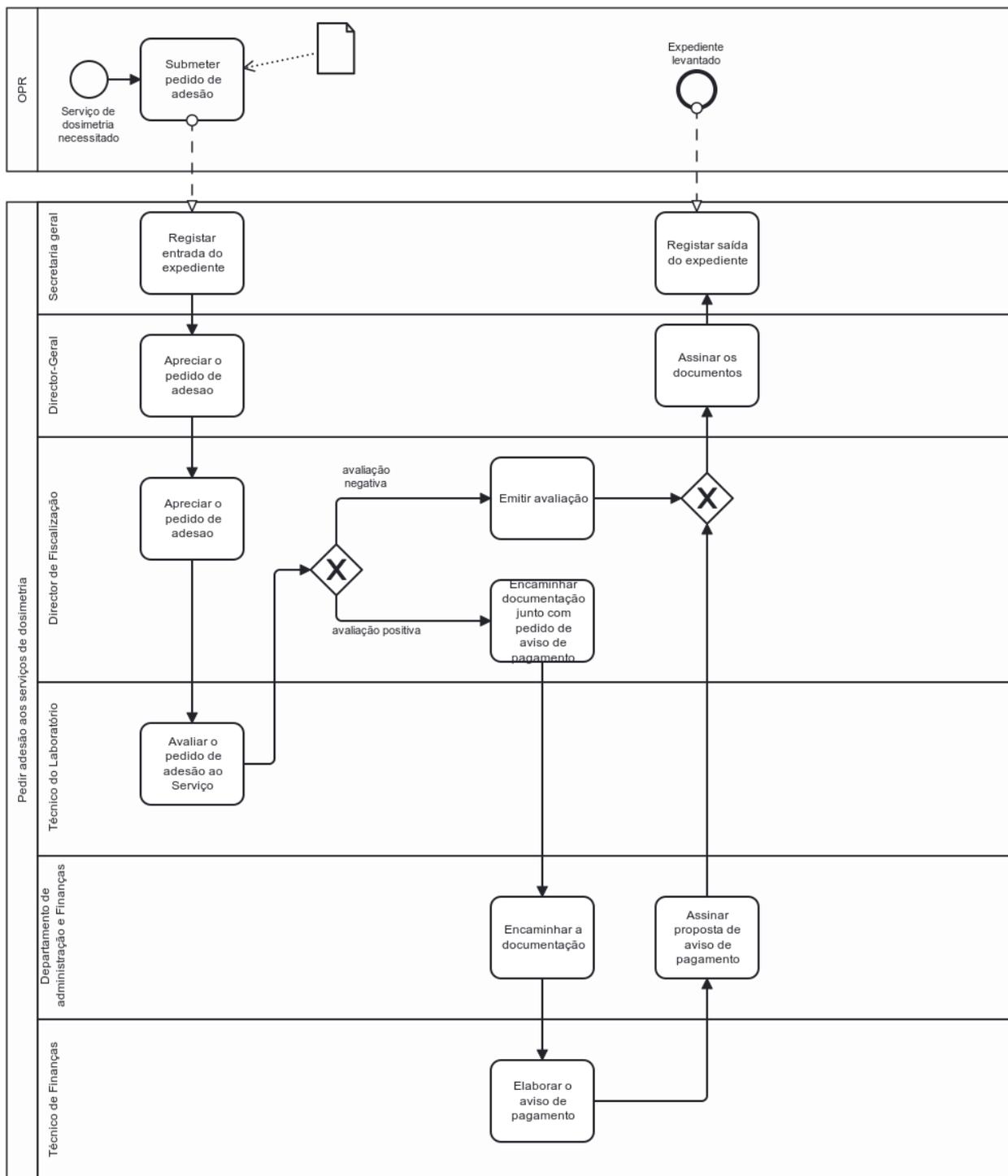
Usuário (técnico do laboratório da ANEA) responsável pelo registo do operador, TOE's, emissão do formulário de controlo dos dosímetros, registo das doses, emissão dos relatórios de dose

d) Oficial de protecção radiológica (A4)

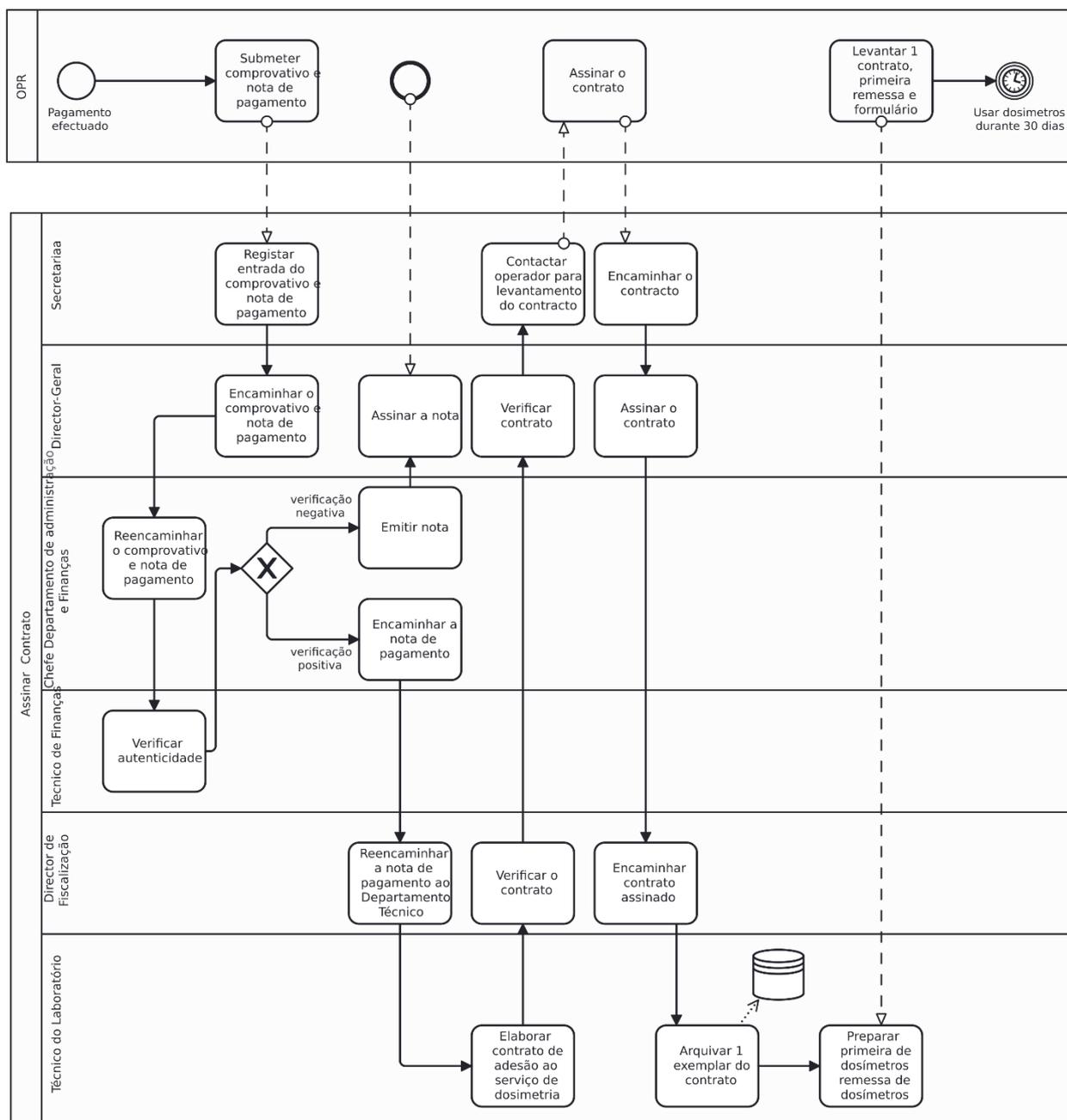
Usuário (OPR) associado ao operador responsável por acompanhar as remessas e doses dos TOE's

### **5.2. Melhoria dos processos de negócio**

Para a melhoria dos processos de negócio particularmente no subprocesso de pedido de adesão ao Serviço de Dosimetria e de assinatura do contrato propõe-se a substituição do Director de Licenciamento e técnico do licenciamento pelo chefe do Departamento de Administração e Finanças e técnico de finanças, por serem de acordo com suas atribuições, os mais indicados para verificarem a autenticidade dos comprovativos de pagamento (vide figura 6 e 7) antes da elaboração dos contratos



**Figura 6:** Subprocesso proposto de pedido de adesão ao Serviço de Dosimetria



**Figura 7:** Subprocesso proposto de assinatura do contrato

### 5.3. Descrição da solução

Após uma análise detalhada do quadro legal sobre Dosimetria Individual dos TOE's, dos processos de negócios da ANEA, bem como dos constrangimentos, limitações e desafios que um sistema manual apresentaria para o laboratório, propõe-se o desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão da Dose Individual de Radiação Ionizante dos TOE's específico para a Agencia Nacional de Energia Atómica.

Esta proposta fundamenta-se pelo facto de a ANEA apresentar exiguidade de fundos para a aquisição de um *software* especializado e pelo facto dos sistemas doados pelas organizações Internacionais parceiras não atenderem a gestão de dosimetria individual. O mesmo sistema tem também por base as especificações de sistemas semelhantes adoptados por outros laboratórios apresentados neste relatório.

O Sistema Integrado de Gestão da Dosimetria Individual dos Trabalhadores Ocupacionalmente Expostos é uma plataforma web desenvolvida para registrar e monitorar as doses de radiação recebidas pelos TOE's dos operadores que contratam o serviço de dosimetria individual do laboratório da ANEA.

Esse sistema permite um controle detalhado dos dados de exposição dos trabalhadores, garantindo que o monitoramento seja seguro e em conformidade com as normas de segurança.

O sistema é composto por um módulo principal e quatro módulos integrados, cada um com funções específicas:

- a) Módulo de Operadores: Registra informações sobre os operadores, incluindo suas áreas de actuação e seus respectivos dosímetros de trânsito.
- b) Módulo dos Trabalhadores: Responsável pelo cadastro dos TOE's, OPR's, representantes legais e demais usuários do sistema. Este módulo permite a associação de cada operador aos trabalhadores e o registro dos dosímetros específicos de cada TOE.
- c) Módulo de Contratos: Gere os contratos do serviço de dosimetria, permitindo o registro e renovação de contratos, controle dos contratos pendentes, vigentes e expirados, além de oferecer uma visão geral do estado de cada contrato.
- d) Módulo de Pagamentos: Registra os pagamentos realizados pelo serviço de dosimetria, apresentando uma lista de pagamentos efectuados e pendentes, facilitando o controlo financeiro do serviço;
- e) Módulo de Monitoramento e Relatórios Dosimétricos (módulo principal): Permite o acompanhamento completo do processo dosimétrico, incluindo a colecta e entrega de dosímetros, consulta das doses mensais e acumuladas, visualização do relatório mensal de doses, acompanhamento dos relatórios anuais e o estado de cada dosímetro em uso.

Esse sistema é independente, ou seja, funciona sem precisar se conectar a outros sistemas externos. Ele pode ser acessado pela intranet (rede interna), caso não tenha suporte para hospedagem web, ou via internet, possibilitando que os responsáveis pelo monitoramento (OPRs) acessem e acompanhem as informações de maneira prática e eficiente, tanto dentro da instituição quanto remotamente.

#### 5.4. Arquitectura da solução

A proposta de solução baseia-se na arquitectura Model-View-Controller (vide figura 8) que consiste em dividir uma aplicação em pelo menos três camadas: interacção com usuário (*view*), manipulação de dados (*model*) e camada de controlo (*controller*). Este padrão arquitectural também é fornecido pelo *framework* Laravel.

De acordo com o *site* Laravel (2024), o *framework* possui elementos para trabalhar em cada uma dessas camadas separadamente:

##### a) *Model*

Responsável pela lógica de negócios e pela manipulação dos dados da aplicação. Ele interage com o banco de dados e fornece os dados para a *view*.

No laravel, os Models usam o padrão Active Record para fazer o Mapeamento Objeto-Relacional (ORM – Object-Relation Mapping) entre o sistema e o banco de dados.

##### b) *Controller*

Actua como intermediário entre o Model e a View. No laravel, os Controllers criados são herdeiros da classe BaseController, que fornece um conjunto de métodos relacionados com o controle da aplicação

##### c) *View*

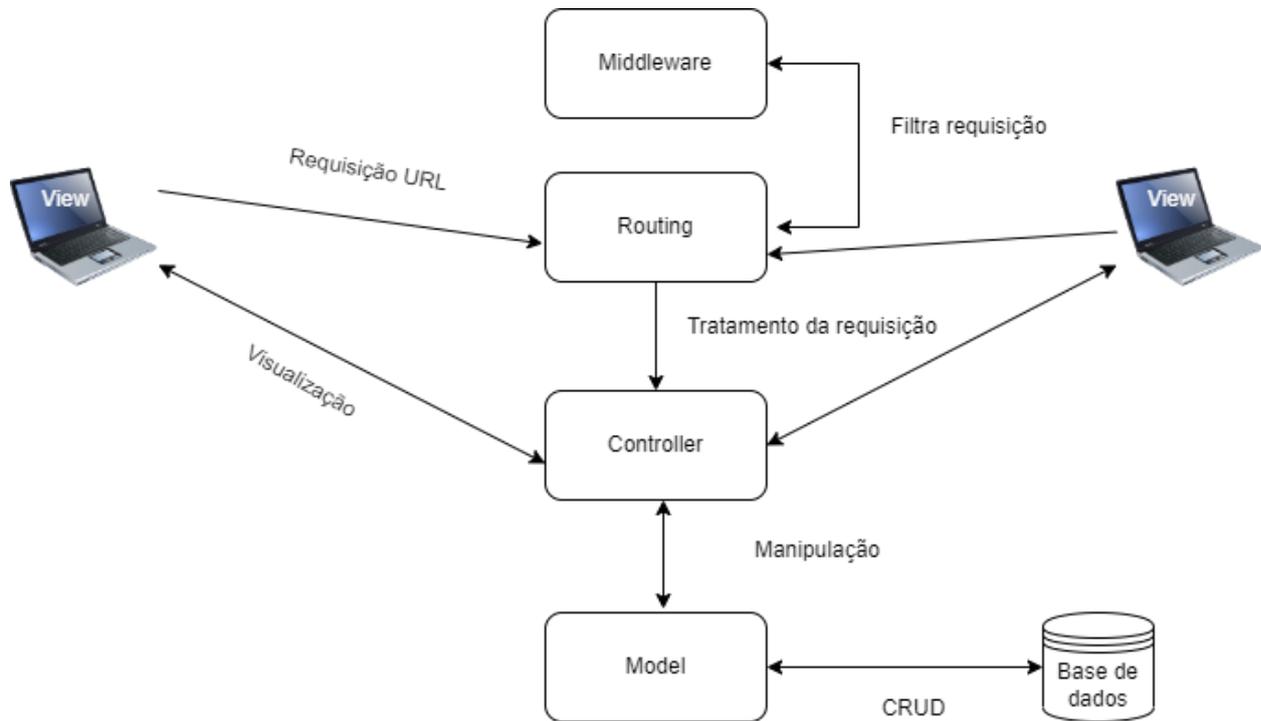
É responsável por apresentar as informações de forma visual ao usuário.

O Laravel possui um sistema de template chamado *Blade* que facilita a criação da camada de visualização de dados (Páginas HTML). Este *template* permite a criação de páginas simples e intuitivas. O blade tem os seguintes recursos: Herança de layouts, sistema de tags, secções e uso de código PHP nos templates.

Para que as camadas possam se comunicar o Laravel usa:

d) **Router** - responsável por interceptar as requisições HTTP e direccioná-las ao Controller.

e) **Middleware** - usado para filtrar a requisição, ou seja, verificar se ela está de acordo com as políticas e regras de negócio da aplicação.



**Figura 8:**Arquitectura da solução (Fonte: elaborado pelo autor)

A adopção do padrão Model-View-Controller (MVC) é justificada pela sua eficiente separação de responsabilidades, que simplifica a manutenção e a escalabilidade do sistema. Essa estrutura modular permite que os desenvolvedores trabalhem de forma independente em cada camada, facilitando a implementação de novas funcionalidades e a detecção de problemas, sem comprometer o restante da aplicação.

## 5.5. Ferramentas e tecnologias usadas

### 5.5.1. Laravel

A linguagem de programação usada é o PHP através do *framework* Laravel.

De acordo com o *site* Laravel (2024), Laravel é um *framework* PHP de código aberto, amplamente utilizado para o desenvolvimento de aplicações web robustas e escaláveis. Ele segue o padrão arquitectónico MVC (*Model-View-Controller*), facilitando a organização do código e a manutenção das aplicações.

A escolha do Laravel se justifica pela sua extensa documentação, que facilita a aprendizagem e a implementação, além de promover maior produtividade no desenvolvimento. O framework conta com uma comunidade activa e um vasto ecossistema de empresas que hospedam projectos, o que garante suporte contínuo e actualizações regulares. Além disso, o Laravel proporciona recursos de segurança robustos, compatibilidade com diversas tecnologias e uma estrutura que facilita a manutenção, aspectos essenciais para uma aplicação de gestão de dosimetria eficaz e confiável.

### **5.5.2. Bootstrap**

Do lado do cliente foi usada a ferramenta *Bootstrap*.

De acordo com o site do Bootstrap (2024), o Bootstrap é uma ferramenta gratuita para desenvolvimento em HTML, CSS e JavaScript. Ela possibilita a criação rápida de protótipos ou aplicações completas, oferecendo um sistema de grid responsivo, componentes pré-construídos e diversos plugins com jQuery.

O uso do *framework* do lado do cliente se deve pelo facto da ferramenta ser simples, de aprendizado fácil, possuir documentação clara, ser responsivo, elegante e permitir priorizar o desenvolvimento dos requisitos funcionais do sistema.

### **5.5.3. XAMPP**

De acordo com o *site* apache (2014), o XAMPP é um pacote de código aberto de desenvolvimento PHP gratuito, fácil de instalar a distribuição apache e que contem MariaDB, PHP E Pearl, usada para criar e testar *sítes* ou aplicações antes de colocá-las em produção.

O uso do Xampp se deve pelo facto de a ferramenta ser simples, de fácil aprendizado, fornecer uma solução completa e pronta para o ambiente de desenvolvimento e ser do domínio do autor.

### **5.5.4. Apache NetBeans**

O ambiente integrado de desenvolvimento usado pelo autor é o Apache NetBeans ou simplesmente NetBeans.

Segundo o *site* da NetBeans (2024), o NetBeans é uma IDE e uma plataforma de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações, oferecendo editores, assistentes e modelos para várias linguagens, como Java e PHP. É uma IDE multiplataforma,

compatível com diversos sistemas operacionais, incluindo Windows, Linux, Mac OS X e BSD.

O uso do NetBeans se deve pelo facto de ser uma IDE familiarizada e do domínio do autor.

#### **5.5.5. bpmn.io**

Para a modelação dos processos de negócio foi usado o bpmn.io

O bpmn.io é uma plataforma web gratuita que fornece ferramentas que permitem modelar e visualizar processos de negócio BPMN 2.0, contruído e mantido pela Camunda.

O uso do bpmn.io se deve pelo facto de ser simples e intuitivo.

#### **5.5.6. Draw.io**

A ferramenta usada para modelagem UML é o Draw.io.

O draw.io é um *software* de diagramas online/offline gratuito, utilizado como criador de fluxogramas, diagramas de rede, para criar UML online, como ferramenta de diagramas ER, para projectar esquemas de base de dados, para construir BPMN online, como criador de diagramas de circuitos e muito mais.

Esta ferramenta foi escolhida por ser de fácil uso e do domínio do autor.

### **5.6. Requisitos**

Segundo Sommerville (2011), “requisitos de um sistema são descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que oferece e as restrições a seu funcionamento”. Os requisitos são reflexo das necessidades dos clientes em relação a um determinado sistema.

Sommerville (2011) diferencia dois tipos de requisitos a saber:

- a) Requisitos de usuários – são descrições declarações em uma linguagem natural com diagramas, de quais serviços o sistema deverá oferecer a seus usuários e as restrições com as quais este deve operar.
- b) Requisitos de sistema – são descrições detalhadas das funções, serviços e restrições operacionais do sistema de *software*.

Portanto, de acordo com o autor os requisitos de sistema são versões expandidas dos requisitos de usuário que contem detalhes e explicação sobre como os requisitos de usuário devem ser atendidos pelo sistema.

### 5.6.1. Prioridades dos Requisitos

Para estabelecer a prioridade dos requisitos foram adoptadas as denominações “essencial”, “importante” e “desejável”.

- **Essencial** é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados impreterivelmente.
- **Importante** é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.
- **Desejável** é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis são requisitos que podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

Os requisitos de *software* são classificados como requisitos funcionais e requisitos não funcionais. Para o caso da solução proposta os requisitos são apresentados a seguir.

### 5.6.2. Requisitos funcionais

Segundo Sommerville (2011), “requisitos funcionais são declarações de serviços que o sistema deve fornecer, de como o sistema deve reagir a entradas específicas e de como o sistema deve se comportar em determinadas situações”.

Requisitos de sistema funcionais descrevem em detalhes as funções do sistema, suas entradas e saídas, excepções, etc enquanto requisitos de usuários funcionais são descritos de forma abstracta, para serem compreendidos pelos usuários do sistema.

**Tabela 2:** Requisitos funcionais (Fonte: elaborado pelo autor)

<b>Referência</b>	<b>Requisito</b>	<b>Actor</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
RF0001	Iniciar sessão	Todos	O sistema deve permitir que o usuário tenha acesso as funcionalidades do sistema de acordo com seu perfil	Essencial
RF0002	Terminar sessão	Todos	O sistema deve permitir que o usuário encerre o sistema garantindo que ninguém tenha acesso ao seu perfil	Essencial
RF0003	Registrar tipo de operador	A1	O sistema deve permitir registo de tipo de operador	Essencial
RF0004	Editar tipo de operador	A1	O sistema deve permitir editar tipo de operador	Essencial
RF0005	Listar tipo de operador	A1	O sistema deve permitir listar tipos de operador	Essencial
RF0006	Apagar tipo de operador	A1	O sistema deve permitir apagar tipo de operador	Essencial
RF0007	Registrar tipo de radiação	A1	O sistema deve permitir registo de tipo de radiação	Essencial
RF0008	Editar tipo de radiação	A1	O sistema deve permitir editar tipo de radiação	Essencial
RF0009	Listar tipo de radiação	A1	O sistema deve permitir listar tipos de operador	Essencial
RF0010	Apagar tipo de radiação	A1	O sistema deve permitir apagar tipo de radiação	Essencial
RF0011	Registrar prática	A1	O sistema deve permitir registo de prática	Essencial
RF0012	Editar prática	A1	O sistema deve permitir editar prática	Essencial
RF0013	Listar prática	A1	O sistema deve permitir listar as práticas	Essencial

RF0014	Apagar prática	A1	O sistema deve permitir apagar prática	Essencial
RF0015	Registar área de actuação	A1	O sistema deve permitir registo de área de actuação	Essencial
RF0016	Editar área de actuação	A1	O sistema deve permitir editar área de actuação	Essencial
RF0017	Listar área de actuação	A1	O sistema deve permitir listar as áreas de actuação	Essencial
RF0018	Apagar área de actuação	A1	O sistema deve permitir apagar área de actuação	Essencial
RF0019	Registar província	A1	O sistema deve permitir registo de províncias	Essencial
RF0020	Editar província	A1	O sistema deve permitir editar província	Essencial
RF0021	Listar província	A1	O sistema deve permitir listar as províncias	Essencial
RF0022	Apagar província	A1	O sistema deve permitir apagar província	Essencial
RF0023	Registar distrito	A1	O sistema deve permitir registo de distrito	Essencial
RF0024	Editar distrito	A1	O sistema deve permitir editar distrito	Essencial
RF0025	Listar distrito da província	A1	O sistema deve permitir listar os distritos da província	Essencial
RF0026	Apagar distrito	A1	O sistema deve permitir apagar distrito	Essencial
RF0027	Registar estado da remessa	A1	O sistema deve permitir registo de estado da remessa	Essencial
RF0028	Editar estado da remessa	A1	O sistema deve permitir editar tipo de operador	Essencial
RF0029	Listar estado da remessa	A1	O sistema deve permitir listar estados da remessa	Essencial

RF0030	Apagar estado da remessa	A1	O sistema deve permitir apagar estado da remessa	Essencial
RF0031	Registrar observação da dose	A1	O sistema deve permitir registo de observação da dose	Essencial
RF0032	Editar observação da dose	A1	O sistema deve permitir editar observação da dose	Essencial
RF0033	Apagar observação da dose	A1	O sistema deve permitir apagar observação da dose	Essencial
RF0034	Listar observação da dose	A1	O sistema deve permitir listar observação da dose	Essencial
RF0035	Registrar <i>role</i>	A1	O sistema deve permitir registo de <i>roles</i>	Essencial
RF0036	Editar <i>role</i>	A1	O sistema deve permitir editar <i>role</i>	Essencial
RF0037	Apagar <i>role</i>	A1	O sistema deve permitir apagar <i>role</i>	Essencial
RF0038	Listar <i>role</i>	A1	O sistema deve permitir listar <i>roles</i>	Essencial
RF0039	Registrar <i>permission</i> (permissões)	A1	O sistema deve permitir registo de <i>permission</i>	Essencial
RF0040	Editar <i>permission</i>	A1	O sistema deve permitir editar <i>permission</i>	Essencial
RF0041	Apagar <i>permission</i>	A1	O sistema deve permitir apagar <i>permission</i>	Essencial
RF0042	Listar <i>permission</i>	A1	O sistema deve permitir listar <i>permission</i>	Essencial
RF0043	Registrar <i>permission role</i>	A1	O sistema deve permitir associar <i>permission</i> aos <i>roles</i>	Essencial

RF0044	Editar <i>permission role</i>	A1	O sistema deve permitir editar associação <i>permission-role</i>	Essencial
RF0045	Apagar <i>permission role</i>	A1	O sistema deve permitir apagar associação <i>permission-role</i>	Essencial
RF0046	Listar <i>permission role</i>	A1	O sistema deve permitir listar as associações entre <i>permission</i> e <i>roles</i>	Essencial
RF0047	Registar operador	A3	O sistema deve permitir registar dados do operador incluído contactos que serão usados para identificação nos actos de levantamento e devolução dos dosímetros e relatórios	Essencial
RF0048	Editar operador	A3	O sistema deve permitir editar dados do operador incluído contactos que serão usados para identificação nos actos de levantamento e devolução dos dosímetros e relatórios	Essencial
RF0049	Listar operadores	A3	O sistema deve permitir listar todos operadores registados no sistema com informações sobre a prática, localização distrital, telefone e correio electrónico	Essencial
RF0050	Procurar operadores	A3	O sistema deve permitir filtrar os operadores pelo nome do operador, distrito e/ou prática	Essencial
RF0051	Apagar operador	A3	O sistema deve permitir apagar um operador que nunca teve contrato de dosimetria	Essencial

RF0052	Ver operador	A3	O sistema deve permitir ver dados do operador	Essencial
RF0053	Listar área de actuação do operador	A3	O sistema deve permitir listar as áreas de actuação do operador de acordo com a sua prática, garantindo que as áreas de actuação do operador estejam associadas a prática definida	Essencial
RF0054	Registar área de actuação do operador	A3	O sistema deve permitir o registo da área de actuação do operador de acordo com a sua prática, garantindo que as áreas de actuação do operador estejam associadas a prática definida	Essencial
RF0055	Editar área de actuação do operador	A3	O sistema deve permitir editar a área de actuação do operador caso tenha ocorrido uma falha de registo ou mudança	Essencial
RF0056	Apagar área de actuação do operador	A3	O sistema deve permitir apagar área de actuação do operador caso o operador não actuem mais na área de actuação definida	Essencial
RF0057	Listar dosímetro de trânsito do operador	A3	O sistema deve permitir listar os dosímetros de trânsito do operador	Essencial
RF0058	Registar dosímetro de trânsito do operador	A3	O sistema deve permitir o registo do dosímetro de trânsito do operador, para que se possa ter a dose ao longo do trajecto laboratório-Instalação do operador-Laboratório	Essencial

RF0059	Editar dosímetro de trânsito do operador	A3	O sistema deve permitir editar o dosímetro de trânsito do operador, caso se tenha falhado o registo ou o dosímetro não estiver mais disponível	Essencial
RF0060	Alterar estado do dosímetro do operador	A3	O sistema deve permitir alterar o estado do dosímetro (em emissão, em uso, devolvido, aguardando leitura, não devolvido, extraviado ou danificado)	Essencial
RF0061	Registar usuários (TOE's representantes legais, OPR)	A3	O sistema deve permitir registar os usuários do sistema assim como, OPR e representantes legais	Essencial
RF0062	Editar usuários	A3	O sistema deve permitir editar os usuários do sistema assim como, OPR e representantes legais, caso tenha ocorrido uma falha.	Essencial
RF0063	Listar usuários	A3	O sistema deve permitir listar os usuários do sistema assim como, OPR e representantes legais.	Essencial
RF0064	Procurar usuários	A3	O sistema deve permitir filtrar os usuários	Essencial
RF0065	Ver usuários	A3	O sistema deve permitir ver informações do usuário.	Essencial
RF0066	Listar operadores associados ao TOE	A3	O sistema deve permitir listar os operadores associados ao TOE	Essencial

RF0067	Associar operador ao TOE	A3	O sistema deve permitir associar o TOE ao operador onde exerce suas funções	Essencial
RF0068	Editar operador associado ao TOE	A3	O sistema deve permitir editar os operadores associados ao TOE caso tenha ocorrido uma falha de registo ou mudança	Essencial
RF0069	Apagar operador associado ao TOE	A3	O sistema deve permitir apagar os operadores associados ao TOE caso tenha ocorrido uma falha de registo ou mudança	Essencial
RF0070	Listar dosímetro da associação TOE-operador	A3	O sistema deve permitir listar os dosímetros associados a associação TOE-Operador para que se possa determinar as doses recebidas nas instalações do operador	Essencial
RF0071	Registrar dosímetro da associação TOE-operador	A3	O sistema deve permitir registrar os dosímetros associados a associação TOE-Operador para que se possa determinar as doses recebidas nas instalações do operador	Essencial
RF0072	Editar dosímetro da associação TOE-operador	A3	O sistema deve permitir editar os dosímetros associados a associação TOE-Operador para que se possa determinar as doses recebidas nas instalações do operador	Essencial
RF0073	Alterar estado do dosímetro da associação TOE-operador	A3	O sistema deve permitir alterar o estado do dosímetro do TOE (em emissão, em uso, devolvido, aguardando leitura,	Essencial

			não devolvido, extraviado ou danificado)	
RF0074	Registrar contrato de dosimetria individual	A3	O sistema deve permitir registrar o contrato (pedido de adesão) de Dosimetria Individual	Essencial
RF0075	Listar contratos pendentes	A2,A3	O sistema deve permitir listar os contratos pendentes (pedidos de adesão pendentes), isto é, que ainda não são contratos em plena vigência.	Essencial
RF0076	Procurar contratos pendentes	A2,A3	O sistema deve permitir filtrar os contratos pendentes pelo nome do operador	Essencial
RF0077	Validar contrato	A3	O sistema deve permitir validar o contrato pendente (registrar a data do início do contrato) ou inclusão de TOE após o pagamento pelo serviço de dosimetria individual solicitado	Essencial
RF0078	Cancelar contrato	A3	O sistema deve permitir cancelar contrato	Essencial
RF0079	Gerar pedido de aviso de pagamento	A3	O sistema deve permitir gerar pedido de aviso de pagamento (vide anexo 3) no formato pdf	Essencial
RF0080	Gerar aviso de pagamento	A2	O sistema deve permitir gerar aviso de pagamento no formato pdf	Essencial
RF0081	Gerar contrato	A3	O sistema deve permitir gerar o contrato de adesão ao serviço de monitoria individual no formato pdf	Essencial

RF0082	Listar contratos em plena vigência	A2,A3	O sistema deve permitir listar os contratos em plena vigência	Essencial
RF0083	Procurar contratos em plena vigência	A3	O sistema deve permitir filtrar os contratos em plena vigência pelo nome do operador	Essencial
RF0084	Renovar contrato	A3	O sistema deve permitir renovar o contrato	Essencial
RF0085	Incluir TOE	A3	O sistema deve permitir incluir TOE's num contrato em plena vigência	Essencial
RF0086	Alertar contratos por renovar	A3	O sistema pode emitir alerta dos contratos que ainda não renovaram e dos contratos por renovar nos próximos 60 dias	Importante
RF0087	Listar contratos antigos	A3	O sistema deve permitir listar os contratos antigos	Essencial
RF0088	Procurar contratos antigos	A3	O sistema deve permitir filtrar os contratos antigos pelo nome do operador	Essencial
RF0089	Registrar pagamento	A3	O sistema deve permitir registrar pagamento dos Serviços de dosimetria solicitados	Essencial
RF0090	Editar pagamento	A3	O sistema deve permitir editar a data de pagamento dos Serviços de dosimetria	Essencial
RF0091	Cancelar pagamento	A3	O sistema deve permitir cancelar pagamento efectuado	Essencial
RF0092	Listar pagamentos efectuados	A3	O sistema deve permitir listar os pagamentos efectuados pelos operadores	Essencial

RF0093	Procurar pagamentos efectuados	A3	O sistema deve permitir filtrar os pagamentos efectuados entre duas datas	Essencial
RF0094	Listar pagamentos não efectuados	A3	O sistema deve permitir listar os pagamentos não efectuados pelos operadores	Essencial
RF0095	Procurar pagamentos não efectuados	A3	O sistema deve permitir filtrar os pagamentos não efectuados pelos operadores através do nome do operador	Essencial
RF0096	Registar período de monitoria	A3	O sistema deve permitir registar um período de monitoria do operador e a correspondente remessa de dosímetro	Essencial
RF0097	Listar remessas de dosímetro aguardando levantamento	A3	O sistema deve permitir listar as remessas de dosímetros aguardando levantamento	Essencial
RF0098	Procurar remessas de dosímetro aguardando levantamento	A3	O sistema deve permitir filtrar as remessas de dosímetros aguardando levantamento pelo nome do operador, série do dosímetro e data do início da monitoria	Essencial
RF0099	Listar remessas de dosímetro em uso	A3	O sistema deve permitir listar as remessas de dosímetros em uso	Essencial
RF0100	Procurar remessas de dosímetro em uso	A3	O sistema deve permitir filtrar as remessas de dosímetros em uso pelo nome do operador	Essencial

RF0101	Listar remessas de dosímetro aguardando leitura	A3	O sistema deve permitir listar as remessas de dosímetros aguardando leitura	Essencial
RF0102	Procurar remessas de dosímetro aguardando leitura	A3	O sistema deve permitir filtrar as remessas de dosímetros aguardando leitura pelo nome do operador	Essencial
RF0103	Listar remessas lidas	A3	O sistema deve permitir listar as remessas de dosímetros lidas em diferentes períodos de monitoria	Essencial
RF0104	Procurar remessas lidas	A3	O sistema deve permitir filtrar as remessas de dosímetros lidas em diferentes períodos de monitoria pelo nome do operador, série do dosímetro e/ou data do início do período de monitoria	Essencial
RF0105	Gerar formulário de controlo do dosímetro	A3	O sistema deve permitir gerar formulário de controlo do dosímetro no formato pdf (vide anexo 2)	Essencial
RF0106	Gerar relatório dosimétrico	A3	O sistema deve permitir gerar relatório dosimétrico dos TOE's no formato pdf em cada período de monitoria com a soma das doses acumuladas no ano civil correspondente ao período de monitoria	Essencial
RF0107	Ver remessa de dosímetros do	A3	O sistema deve permitir mostrar a remessa de	Essencial

	período de monitoria		dosímetros de um período de monitoria	
RF0108	Apagar período de monitoria	A3	O sistema deve permitir apagar um determinado período de monitoria	Essencial
RF0109	Editar período de monitoria	A3	O sistema deve permitir editar o período de monitoria	Essencial
RF0110	Registrar dose Hp(10), Hp(0,07)	A3	O sistema deve permitir registrar dose do dosímetro de trânsito e dos TOE's	Essencial
RF0111	Listar dosímetros	A3	O sistema deve permitir listar todos dosímetros de trânsito e de todos TOE's e acompanhar o seu estado (em emissão, em uso, devolvido, aguardando leitura, não devolvido ou extraviado)	Essencial
RF0112	Procurar dosímetros	A3	O sistema deve permitir filtrar todos dosímetros de trânsito e de todos TOE's pelo nome do trabalhador, distrito, nome do operador, dosímetro e série	Essencial
RF0113	Alerta remessa por preparar	A3	O sistema pode emitir alerta de remessas que devem ser preparadas para levantamento no prazo de 15 dias	Importante
RF0114	Alerta de remessas por ler	A3	O sistema pode emitir alerta de remessas por ler	Importante
RF0115	Mostrar informações sobre o operador	A4	O sistema deve permitir mostrar informações sobre o operador e estado do contrato de Dosimetria Individual dos TOE's	Essencial

RF0116	Listar os TOE's	A4	O sistema deve permitir listar todos TOE's do operador	Essencial
RF0117	Mostrar informações sobre cada TOE	A4	O sistema deve permitir mostrar informações sobre os TOE's do operador	Essencial
RF0118	Mostrar estado das remessas dos dosímetros	A4	O sistema deve permitir mostrar o estado das remessas dos dosímetros do operador	Essencial
RF0119	Mostrar dosímetros atribuídos a cada TOE no período de monitoria actual	A4	O sistema deve permitir listar os dosímetros atribuídos a cada TOE do operador em cada período de monitoria	Essencial
RF0120	Listar remessas lidas em diferentes períodos de monitoria	A4	O sistema deve permitir listar remessas lidas do operador em diferentes períodos de monitoria	Essencial
RF0121	Mostrar doses dos TOE's em cada período de monitoria	A4	O sistema deve permitir mostrar doses dos TOE's do operador em cada período de monitoria	Essencial
RF0122	Listar doses de todos TOE's	A3	O sistema deve permitir listar as doses de todos TOE's para poder verificar os TOE's com doses acima dos níveis de investigação	Essencial
RF0123	Procurar doses dos TOE's	A3	O sistema deve permitir filtrar as doses dos TOE's pelo nome, operador, período de monitoria, dose para poder verificar os	Essencial

			TOE's com doses acima dos níveis de investigação	
RF0124	Gerar comunicado para nível de investigação	A3	O sistema deve permitir gerar comunicado caso as doses sejam acima do nível de investigação	Essencial
RF0125	Listar dose acumulada anual	A3	O sistema deve permitir listar as doses acumuladas anuais por cada TOE para poder verificar os TOE's com doses acima dos limites anuais	Essencial
RF0126	Procurar dose acumulada anual	A3	O sistema deve permitir filtrar as doses acumuladas anuais por cada TOE pelo nome, operador, ano, dose para poder verificar os TOE's com doses acima dos níveis de investigação	Essencial
RF0127	Gerar relatório de dose acumulada anual	A3	O sistema deve permitir gerar relatório da dose acumulada anual e dos últimos 5 anos de de cada operador com a soma das doses acumuladas em cada ano civil no formato pdf	Essencial

### 5.6.3. Requisitos não funcionais

Segundo Sommerville (2011), "requisitos não funcionais são restrições aos serviços ou funções oferecidas pelo sistema.

Os requisitos não funcionais, como o nome sugere, são requisitos que não estão directamente relacionados com os serviços específicos oferecidos pelo sistema a seus usuários.

Para a solução proposta, os requisitos não funcionais propostos de usabilidade, confiabilidade, desempenho, segurança, *hardware* e *software* são apresentados e descritos nas tabelas a seguir.

**Tabela 3:** Usabilidade (Fonte: elaborado pelo autor)

<b>Referência</b>	<b>Requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
RNF01	Interface WEB	O sistema deve ser acessível através de qualquer navegador	Essencial
RNF02	Facilidade de Uso	O usuário do sistema deve ser capaz de usar todas as funções do sistema após quatro horas de treinamento.	Importante

**Tabela 4:** Confiabilidade (Fonte: elaborado pelo autor)

<b>Referência</b>	<b>Requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
<b>RNF03</b>	Mensagem de “perigo”	O sistema deve informar ao usuário quando ele tentar fazer uma operação ilegal ou quando ele está prestes a realizar uma operação que pode ser “perigosa”	Importante
<b>RNF04</b>	Taxa de erros	Após o treinamento, o número médio de erros cometidos por usuários experientes não deve exceder dois por hora de uso do sistema.	Importante

**Tabela 5:** Desempenho (Fonte: elaborado pelo autor)

<b>Referência</b>	<b>Requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
<b>RNF06</b>	Tempo processamento de consultas	O tempo de processamento de uma operação de consulta não deve exceder cinco segundos para uma quantidade inferior a 30 linhas.	Essencial

<b>RNF07</b>	Tempo de resposta para as operações de inserção, alteração e exclusão	O tempo de resposta para as operações de inserção, alteração e exclusão não deve exceder a dez segundos.	Essencial
--------------	---	--	-----------

**Tabela 6:** Segurança (Fonte: elaborado pelo autor)

<b>Referência</b>	<b>Requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
<b>RNF08</b>	Palavra-passe encriptada	A Palavra-passe de cada usuário deve estar encriptada na base de dados	Essencial
<b>RNF09</b>	Alteração da palavra-passe	Ao aceder ao sistema, o usuário poderá alterar sua palavra-passe	Essencial

**Tabela 7:** *Hardware e Software* (Fonte: elaborado pelo autor)

<b>Referência</b>	<b>Requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
<b>RNF10</b>	<i>Hardware e software</i>	O sistema deve-se adaptar a diferentes sistemas operativos e diferentes <i>hardwares</i>	Essencial

## 5.7. Modelagem

O diagrama de classes (Figura 9) e de casos de uso (Figura 10) foram elaborados a partir da linguagem UML, reconhecida como padrão para modelação orientada a objectos (Sommerville, 2011). O diagrama de classes detalha a estrutura do sistema, destacando as classes, seus atributos, métodos e relações. Já o diagrama de casos de uso identifica as interações entre os utilizadores e o sistema, oferecendo uma visão geral das funcionalidades. Ambos os diagramas são essenciais para compreender a arquitectura e os processos do sistema. Descrições dos casos de uso encontram-se no Anexo 5.

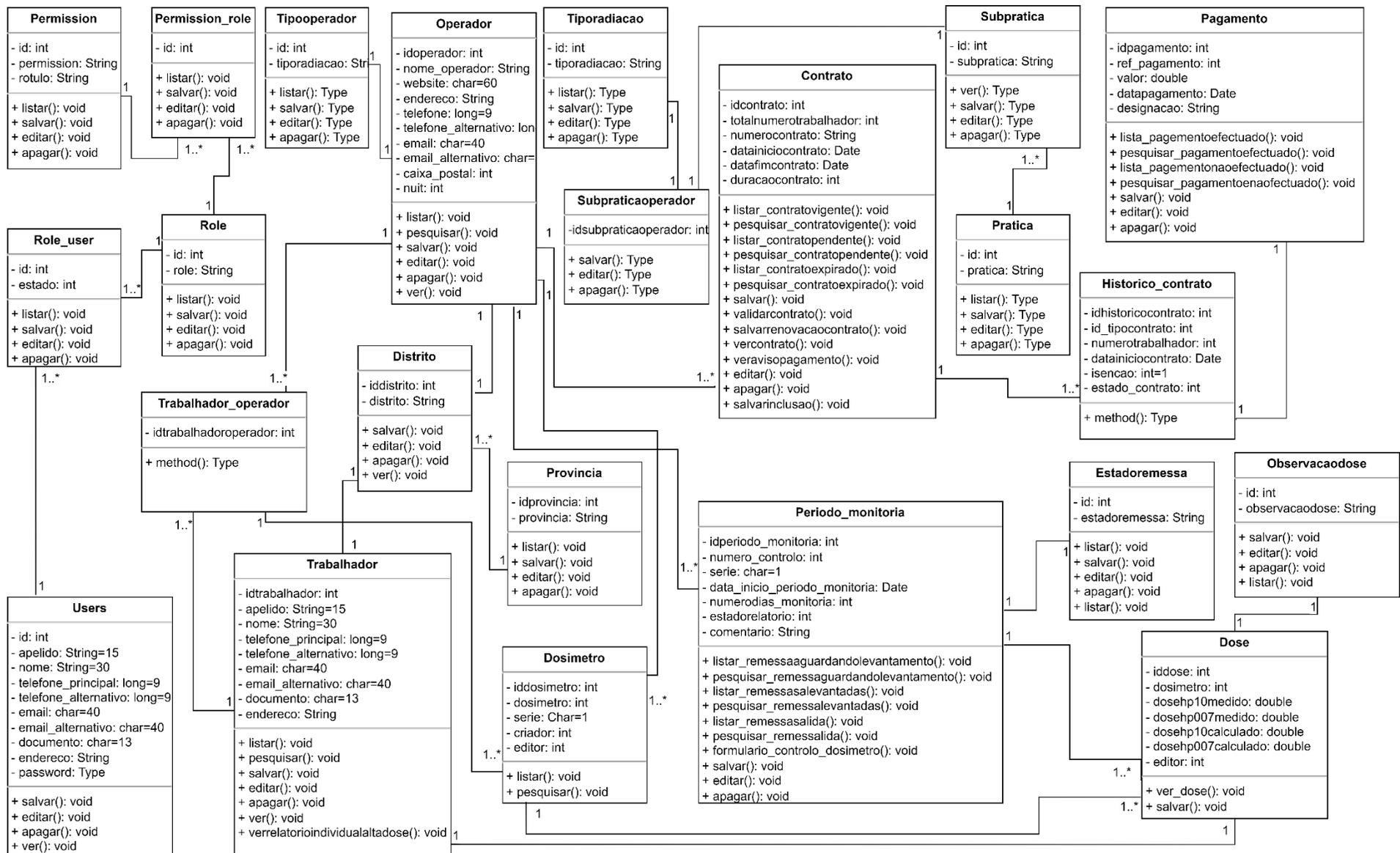
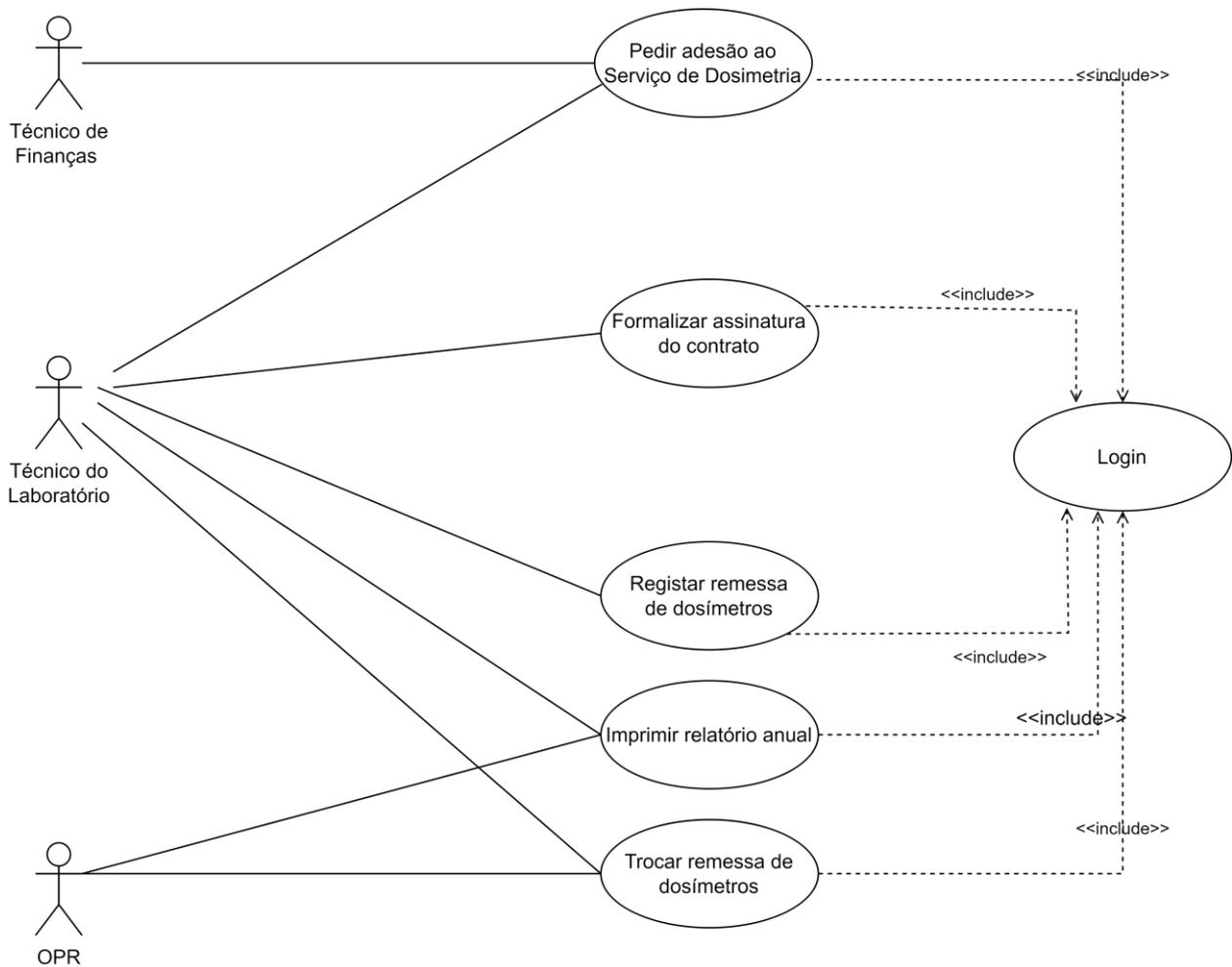


Figura 9: Diagrama de Classe



**Figura 10:**Diagrama de caso de uso

## 5.8. Publicação

O protótipo de encontra-se disponível *online* e pode ser acessado pelo endereço: <https://www.isidrosimone.com>. Para teste podem ser usadas as credenciais da tabela

**Tabela 8:** Credenciais do protótipo (Fonte: elaborado pelo autor)

E-mail	Password	Role
<a href="mailto:admin@sigidose.com">admin@sigidose.com</a>	12345678	Administrador
<a href="mailto:tec.licenca@sigidose.com">tec.licenca@sigidose.com</a>	12345678	Técnico de Finanças
<a href="mailto:tec.laboratorio@sigidose.com">tec.laboratorio@sigidose.com</a>	12345678	Técnico do laboratório
<a href="mailto:opr@sigidose.com">opr@sigidose.com</a>	12345678	OPR

Essas contas de teste permitem explorar as funcionalidades do sistema de acordo com diferentes níveis de acesso e responsabilidade

## 5.9. Interface do Sistema proposto

A interface do protótipo do sistema proposto apresenta nome do sistema no canto superior esquerdo, menu na lateral esquerda, nome do usuário autenticado no canto superior direito e o conteúdo das páginas abaixo da barra superior e a direita do menu lateral conforme ilustrado na figura 11. As restantes interfaces são apresentadas no anexo 6.

The screenshot displays the SIGE-DOSE system interface. On the left is a green sidebar menu with the following items: Início, Configurações, Operador, Trabalhadores, Contratos de Monitoria Individual, and Períodos de monitoria Individual. The 'Períodos de monitoria Individual' section is expanded, showing options like 'Registrar Período de monitoria', 'Lista de Remessas Aguardando Levantamento', 'Lista de Remessas Levantadas', 'Lista de Remessas Aguardando Leitura', 'Lista de Remessas Lidas', 'Lista de dosímetros', and 'Lista de Relatórios Anuais'. At the bottom of the sidebar is 'Pagamentos'. The main content area has a green header with 'SIGE-DOSE' on the left and the user name 'Isidro Rogério Mário' on the right. Below the header, the page title is 'Lista de Remessas Aguardando Levantamento'. There are three filters: 'Operador' (dropdown), 'Série' (dropdown), and 'Início período Monitoria' (calendar). A search bar is located below the filters. The main content is a table with the following data:

#	Operador	Número de controlo	Série	Período de Monitoria	Acção
<a href="#">20240168</a>	Finarquimoz, Lda (Hospital Capricórnio)	3	A	09/10/2024-08/11/2024	
<a href="#">20240181</a>	Kudumba Investments, Lda (Delegação Nacala-Porto)	2	A	25/10/2024-24/11/2024	
<a href="#">20240184</a>	LT Clinica LDA (Nacala-Porto)	2	B	18/10/2024-17/11/2024	
<a href="#">20240188</a>	Refrigerantes Spar, Lda	11	A	26/10/2024-25/11/2024	
<a href="#">20240189</a>	Maxi Vida Sociedade Unipessoal, LDA	2	B	31/10/2024-30/11/2024	
<a href="#">20240190</a>	Consultório Medico Bons Sinais, Lda - Mocuba	2	B	31/10/2024-30/11/2024	
<a href="#">20240191</a>	Consultório Medico Bons Sinais, Lda - Quelimane	2	B	31/10/2024-30/11/2024	
<a href="#">20240193</a>	Centro Medico Emboondeiro Lda (Tete)	4	B	09/11/2024-09/12/2024	
<a href="#">20240194</a>	Clídis Clínica de Diagnóstico e Saúde Ida (Matola)	13	A	08/11/2024-08/12/2024	
<a href="#">20240196</a>	Agência Nacional de Energia Atómica	18	A	04/11/2024-04/12/2024	

Figura 11: Visão geral a interface do sistema

## **6. Capítulo VI - Discussão dos Resultados**

Neste capítulo, são discutidos os resultados obtidos a partir do questionário (vide anexo 4) aplicado a técnicos de laboratórios de dosimetria de diversos países. O questionário, elaborado pelo autor, teve como objectivo identificar os desafios dos sistemas de gestão manual de dosimetria individual e avaliar como um sistema informatizado pode otimizar a gestão dos serviços de dosimetria. A seguir, cada aspecto abordado é discutido com base nas respostas apresentadas.

### **a) Utilização de sistemas de informação para gestão da dosimetria individual**

Os resultados indicam que 25% dos laboratórios ainda utilizam sistemas manuais, registrando informações em papel, enquanto 75% já adoptaram sistemas digitais, incluindo planilhas Excel e bancos de dados em Access. Isso reflecte uma tendência positiva de modernização, embora ainda existam laboratórios que permanecem dependentes de processos manuais. Os laboratórios que usam planilhas Excel, banco de dados Access entre outros enfrentam dificuldades na partilha de informações com outros departamentos sendo usados para tarefas manuais e pontuais de análise e gerenciamento de dados, o que poderia ser mitigado com a adopção de sistemas totalmente automatizados ou especializados.

### **b) Principais limitações e desafios dos sistemas utilizados**

As respostas mostram que os desafios enfrentados são variados, com 25% dos laboratórios relatando dificuldades no armazenamento de longo prazo, outros 25% destacando a lentidão no acesso e recuperação de dados históricos, e outros 25% enfrentando dificuldades na integração de informações entre departamentos. Além disso, 25% dos entrevistados mencionaram erros humanos nos registos das doses como um problema recorrente. Esses resultados reforçam a necessidade de um sistema informatizado que ofereça armazenamento seguro, integração de dados e redução de erros manuais, pois esses desafios comprometem a eficiência e a confiabilidade dos dados de dosimetria.

### **c) Cálculo da dose acumulada**

Os resultados indicam uma prática diversificada: alguns laboratórios calculam manualmente a dose anual por TOE, enquanto outros utilizam seu próprio sistema para essa tarefa. Essa variação nas práticas sugere que a padronização por meio de um sistema informatizado seria vantajosa, garantindo que o cálculo da dose acumulada seja

realizado de maneira uniforme e automática, minimizando riscos de erro humano e facilitando o monitoramento contínuo.

#### **d) Controle dos limites individuais de dose**

Observou-se que 75% dos laboratórios ainda realizam o controle dos limites de dose por meio de análise visual, enquanto apenas 25% contam com alertas automáticos. O uso de alertas automáticos é importante para garantir que qualquer excedente de dose seja detectado atempadamente, protegendo a saúde dos trabalhadores. Isso evidencia uma área onde a informatização pode oferecer melhorias significativas, facilitando o controle e promovendo uma resposta mais rápida em situações de risco.

#### **e) Controle dos níveis de referência**

Quanto ao controle dos níveis de referência, 50% dos laboratórios não realizam qualquer tipo de monitoramento automático, 25% estão planejando integrar alertas automáticos, e os demais 25% já o fazem. Esse resultado sugere que a automatização do controle dos níveis de referência está em estágio inicial na maioria dos laboratórios. A implementação de alertas automáticos, além de melhorar a precisão, pode tornar o sistema mais proactivo na prevenção de exposições excessivas.

#### **f) Manutenção de registos de dose a longo prazo**

A respeito da conservação dos registos das doses ocupacionais, o questionário revelou que a maioria dos laboratórios tem consciência da importância de manter esses registos durante toda a vida profissional do trabalhador e por mais 30 anos após o término da actividade laboral, conforme regulamentação. Essa prática é essencial para a protecção dos direitos dos trabalhadores e para o histórico de saúde ocupacional, mas requer um sistema que garanta a integridade e segurança desses dados ao longo de décadas.

## 7. Capítulo VII- Considerações finais

Este capítulo é dedicado as conclusões do trabalho bem como algumas recomendações.

### 7.1. Conclusão

O trabalho desenvolvido permite fazer as seguintes conclusões:

- a) Os processos de gestão da dosimetria individual dos TOE's da ANEA são altamente centralizados, obedecendo rigorosamente à hierarquia institucional, ou seja, todos os documentos e procedimentos de entrada e saída percorrem do nível operacional ao estratégico e vice-versa, promovendo um fluxo estruturado de informações;
- b) A adoção de um sistema manual enfrentaria enormes desafios, assim como ocorre em outros laboratórios de dosimetria que ainda utilizam processos manuais. Tais desafios incluem problemas relacionados à segurança na inserção, manipulação e controle das doses dos TOE's, aumentando o risco de erros humanos e dificultando o acompanhamento em tempo real;
- c) As soluções informáticas adoptadas por diversos laboratórios ao redor do mundo são customizadas conforme suas necessidades operacionais, mas compartilham funcionalidades comuns, voltadas para a gestão, controle e rastreamento das doses;
- d) A solução desenvolvida no presente trabalho consiste em um sistema informático adaptado ao contexto da ANEA, com acessível via internet, para que os OPR's possam acompanhar os serviços de dosimetria fornecidos pela instituição. Alternativamente, o sistema poderá ser acedido pela intranet da ANEA caso não seja possível disponibilizá-lo em um ambiente externo;
- e) Este sistema pode servir como base ou contribuir significativamente para o desenvolvimento de um Sistema Nacional de Registo Central de Dose, uma vez que o país venha a dispor de outros laboratórios de dosimetria individual devidamente autorizados, promovendo uma rede integrada e unificada de controlo e monitoramento da exposição ocupacional.

## 7.2. Recomendações

Com base nos resultados deste trabalho, o autor sugere as seguintes recomendações:

- a) Integração de notificações automáticas: é recomendada a inclusão de mecanismos de envio de notificações por correio electrónico ou SMS para acompanhar o fluxo dos dosímetros, incluindo o levantamento e a devolução, permitindo assim maior controle e pontualidade nos processos.
- b) Implementação de assinatura digital: recomenda-se a integração de um mecanismo de assinatura digital, alinhado aos requisitos legais da República de Moçambique. Isso facilitará a assinatura de documentos e, principalmente, a celebração de contratos de dosimetria individual, mesmo com operadores situados em diferentes províncias.

## 8. Bibliografia

### 8.1. Referências Bibliográficas

- a) Kabum. (2024, 14 de Agosto). Digitalização de serviços públicos em Moçambique. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://kabum.digital/digitalizacao-de-servicos-publicos-em-mocambique>
- b) SPRAD. (2024) *Dosimetria individual*. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://www.sprad.com.br/servicos-em-radiologia/dosimetria-individual>
- c) INCM. (2024, 16 de Setembro). Digitalização do país é um processo irreversível. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://www.incm.gov.mz/index.php/sala-de-imprensa/noticias/534-digitalizacao-do-pais-e-um-processo-irreversible>
- d) Diploma Ministerial n° 62/2020, de 5 de Novembro – Regulamento Interno da ANEA.
- e) KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. *Metodologia da Pesquisa: Um Guia Prático*. 1ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2010
- f) Decreto n° 49/2018, de 21 de Agosto Regulamento de Protecção e Segurança Radiológica
- g) Sommerville, I. (2019). *Engenharia de Software* (9ª ed.). São Paulo: Pearson.
- h) Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2007). *Sistemas de informação gerenciais* (7ª ed.). São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- i) PRORAD. (2024, 29 de Setembro). Área do cliente. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://prorad.com.br/area-do-cliente>
- j) Stericycle. (2024, 29 de Setembro). Dosimetria. Recuperado em 11 de outubro de 2024, de <https://www.stericycle.pt/pt-pt/solucoes/dosimetria#accordion-9ca4675ae4-item-70a2eb843b>
- k) SAPRA Landauer. (2024, 29 de Setembro). GPR Online. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://www.sapralandauer.com.br/atendimento/gpr-online/>
- l) METROBRAS. (2024). *Laboratório de Dosimetria*. Recuperado em 12 de Outubro de 2024, de <https://www.metrobras.com.br/laboratorio-dosimetria.html>
- m) Laravel. (2024). *Laravel - The PHP framework for web artisans*. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://laravel.com>
- n) Bootstrap. (2024, 29 de Setembro). Bootstrap. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://getbootstrap.com/>
- o) Apache Friends. (n.d.). XAMPP. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de [https://www.apachefriends.org/pt\\_br/index.html](https://www.apachefriends.org/pt_br/index.html)

- p) MariaDB Foundation. (n.d.). MariaDB. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://mariadb.org/>
- q) Apache NetBeans. (n.d.). NetBeans IDE. Recuperado em 11 de Outubro de 2024, de <https://netbeans.apache.org/front/main/index.html>
- r) Lemos II, Dalton Luiz Tecnologia da informação / Dalton Luiz Lemos II. – 2. ed. Florianópolis, 2011
- s) Camunda Services GmbH. (2024). bpmn.io. <https://bpmn.io/>

## **8.2. Outra bibliografia Consultada**

- a) Lei n° 8/2017, de 21 Julho – Lei de Energia Atómica
- b) Decreto n.º 48/2023 de 15 de Agosto: Regulamento de Licenciamento e Fiscalização de Instalações Radioactivas e Fontes de Radiação Ionizante
- c) Tauhata, L., Salati, I.P.A., Di Prinzio, R., Di Prinzio, M. A. R.R.-Radioprotecção e Dosimetria: Fundamentos, 10a Revisão Abril 2014, Rio de Janeiro
- d) Armelin, D. A., Silva, S. C. P., & Colucci, C. (2016). Título do livro. Editora e Distribuidora Educacional S.A.
- e) ELIAS, Pedro. Sistema de alerta e monitorização de dosimetria individual. Monografia (Mestrado em Sistemas e Tecnologias da Informação para a Saúde) - Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Coimbra, 2012
- f) Monteiro, M. V. (2018). Plataforma de gestão de dados/protocolos de protecção radiológica (Trabalho de conclusão de curso). Escola Superior de Biotecnologia, Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- g) JGraph Ltd. (2024). diagrams.net. <https://app.diagrams.net/>

## **Anexos**

### **Anexo 1: Minuta de Requerimento de adesão aos Serviços de Dosimetria Individual dos TOE's**

Ao Exmo Senhor

Director-Geral

Agência Nacional de Energia Atómica

Praça 25 de Junho, Nº 380, 2º andar direito, Maputo

**Assunto: Pedido de Adesão ao Serviço de Dosimetria Individual Externa**

Senhor Director-geral,

A [Nome da Empresa], localizada em [endereço], titular do NUIT [número do NUIT], ciente das obrigações estabelecidas pelas normas vigentes de Segurança e Protecção Radiológica, e reconhecendo a importância do programa de monitoramento da dosimetria individual externa dos trabalhadores ocupacionalmente expostos, vem, respeitosamente, requerer a adesão ao Serviço de Dosimetria oferecido pelo vosso Laboratório de Dosimetria.

Esperamos uma análise favorável deste pedido e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários.

Atenciosamente,

[Cidade], aos [dia] de [mês] de [ano]

---

[Nome do Responsável pela Empresa]

[Cargo do Responsável]

### **Anexo:**

Formulário de aplicação do Serviços de dosimetria individual

Lista de Trabalhadores e seus receptivos documentos de identificação, Curriculum Vitae

## Anexo 2: Formulários de adesão aos Serviços de Dosimetria Individual dos TOE's



### AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA SERVIÇOS DE FISCALIZAÇÃO DEPARTAMENTO TÉCNICO LABORATÓRIO DE DOSIMETRIA

#### FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO PARA MONITORIA INDIVIDUAL

#### INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO

1. Preencha todos os campos indicados;
2. Este formulário deve ser preenchido pelo responsável da protecção radiológica da empresa;
3. Todas as páginas deste Formulário devem ser ASSINADAS pelo Representante Legal da empresa.

#### 1. PRÁTICA/ÁREA DE ACTUAÇÃO (assinale com X no local correspondente a prática)

PRÁTICAS INDUSTRIAIS		PRÁTICAS MÉDICAS		OUTRAS PRÁTICAS	
ÁREA DE ACTUAÇÃO					
<input type="checkbox"/>	Medidores Nucleares	<input type="checkbox"/>	Radioterapia	<input type="checkbox"/>	Mineração de NORM*
<input type="checkbox"/>	Radiografia industrial	<input type="checkbox"/>	Medicina Nuclear	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Perfilagem de Poços (Geofísica)	<input type="checkbox"/>	Radiologia Diagnóstica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Fluorescência de Raios X	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Difracção de Raios X	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Aceleradores Industriais	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Traçadores Radioactivos	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Scanners de Bagagens/Contentores	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

NORM- Minerais Radioactivos de Ocorrência Natural

## 2. TIPO DE RADIAÇÃO ENVOLVIDA

Raios-Gama		Raios-X	
Neutrões		Partículas Alfa	
Partículas Beta			

## 3. INFORMAÇÃO ADMINISTRATIVA

Nome da Instituição	
Endereço da Instituição	
Província/Cidade/Distrito	
NUIT	
Telefone	
Email	

<b>Representante Legal da Instituição</b>	<b>Telefone</b>	<b>Email</b>	
<b>OPR/RESPONSÁVEL</b>	<b>Telefone</b>	<b>Email</b>	<b>Certificação ANEA</b>
<b>OPR: Oficial de Protecção Radiológica.</b> Caso não seja funcionário da Instituição deve anexar uma cópia do contrato de trabalho ou instrumento similar de valor legal.			
<b>Substituto do OPR</b>	<b>Telefone</b>	<b>Email</b>	<b>Certificação ANEA</b>
Caso não possua certificação ANEA, preencha com: NAO POSSUI.			

## 4. FINALIDADE DA PRÁTICA

---

---

---

---

## 5. REGISTO DE TRABALHADORES OCUPACIONALMENTE EXPOSTOS

Lista de TOE's				
Nome	Função	Email	Endereço	Contacto



Eu \_\_\_\_\_, certifico que toda informação facultada a ANEA é fidedigna e correcta.

Local e data: \_\_\_\_\_, / /20

O Representante Legal

---

### **DOCUMENTOS A SEREM ANEXADOS**

1. Requerimento dirigido ao Exmo Senhor Director Geral da Agência Nacional de Energia Atómica (ANEA);
2. Lista dos trabalhadores ocupacionalmente expostos;
3. Curriculum Vitae (resumo de trabalho com radiação) dos trabalhadores ocupacionalmente expostos;
4. Cópia de documento de identificação dos trabalhadores ocupacionalmente expostos.

### **NOTAS**

Esse serviço será fornecido após o atendimento dos seguintes requisitos:

- i. Assinatura do contrato de adesão ao serviço;
- ii. Pagamento da taxa do serviço;
- iii. Declaração de uso e armazenamento de dosímetros adequados;
- iv. Declaração de compromisso sobre o uso de dosímetros em 30 dias e devolvidos ao laboratório de dosimetria para a emissão do relatório;
- v. A frequência de uso e de troca de dosímetro é de 30 dias.
- vi. Toda a documentação submetida à ANEA deve estar em língua portuguesa;
- vii. Na falta de um dos documentos acima descritos, a ANEA não poderá fornecer o serviço de monitoria individual.

### Anexo 3: Aviso de pagamento



## AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA DIRECÇÃO GERAL

À

[Nome da Empresa]

Ref. /GAB-DG/ANEA/\_\_\_/\_\_\_

Maputo, [dia] de [mês] de [ano]

Assunto: **Aviso de Pagamento Sobre a adesão ao Serviço de Monitoria Individual**

Exmos Senhores,

No âmbito da vossa solicitação de adesão ao Serviço de Monitoria Individual e ao abrigo do nº 1 do artigo 7 da Lei nº 8/2017 de 21 de Julho, Lei de Energia Atómica, conjugado com a alínea g) do artigo 34 do Diploma Ministerial nº 62/2020 de 5 de Novembro e com alínea a) do anexo II do decreto 19/2018 de 24 de Abril que fixa as taxas de monitoria individual por ano, a Agência Nacional de Energia Atómica (ANEA), informa que o processo está na fase de aprovação.

Deste modo, a [Nome da Empresa], deve depositar na conta da ANEA os valores na tabela abaixo e apresentar o comprovativo de pagamento carimbado, acompanhado da nota de envio do mesmo, para posterior assinatura de contrato de adesão ao serviço de monitoria individual.

Tabela demonstrativa de cálculo.

<b>Nome do Operador</b>	<b>Designação</b>	<b>Dados Bancários (Banco de Moçambique) NUIT: 500038330</b>	<b>Número de TOE's</b>	<b>Preço Trimestral Unitário/ MTN</b>	<b>Valor Total</b>

Sem mais de momento, os nossos melhores cumprimentos.

O Director-Geral

---

[Nome do Director-Geral]

## Anexo 4: Questionário

### Questionnaire for the Evaluation of Dosimetry Laboratory Management and Individual Radiation Dose Management for Occupationally Exposed Workers (OEWs)

The purpose of this questionnaire is to understand the management of dosimetry laboratories, focusing on the information systems used, the challenges and limitations faced, as well as the methods of controlling accumulated doses and ensuring compliance with worker exposure limits.

#### General Information

Name of institution/laboratory:

---

Position

---

Number of workers monitored in the dosimetry laboratory:

---

#### Information Systems and Management Processes

1. What information system is used to record and manage the individual dose of OEWs?

What information system is used to record and manage the individual dose of OEWs?

- Manual system (paper, spreadsheets, etc.)
- Manual system (paper, spreadsheets, etc.)
- Specific digital dosimetry system

2. What are the main limitations/challenges encountered in the current dose management system?

- Human errors in manual record-keeping
- Lack of integration between departments
- Difficulty in quick access and retrieval of historical data
- Inadequate long-term record storage
- Lack of capacity to generate accurate reports

## Dose Accumulation Evaluation and Control

1. How is the accumulated dose for each worker calculated?

- Automatic alert when the limit is reached
- Manual control by supervisors

2. Does the monitoring system automatically alert when reference levels are reached or exceeded?

- Yes
- No
- In planning

## Data Security and Storage

1. How are dosimetry service information and reports shared with other sectors, particularly higher-level management or regulatory bodies?

- Regular physical reports
- Digital reports via an internal system
- Direct communication (e.g., meetings, presentations)
- No formal process for sharing

2. How does the laboratory ensure that occupational dose records are kept for the entire professional life of the worker and for 30 years after ceasing work, as per regulations?

- Secure digital system
- Controlled physical archive

3. Do you consider the current method of storing individual dose information secure?

- Yes
- No
- May be

If not, please specify the reasons why it is not considered secure:

---

---

---

---

### Other Operational Aspects

1. Do workers receive regular reports on their accumulated exposure?

- Yes
- No
- Occasionally

2. How does the dosimetry laboratory communicate with workers about their received doses?

- Periodically delivered physical report
- Digital communication via online system

3. What is the level of satisfaction with the current dose management system?

- Very satisfied
- Satisfied
- Dissatisfied
- Very dissatisfied

### Suggestions and Improvements

1. What improvements do you suggest for the current dose management system used in the laboratory?

---

---

---

---

---

2. Does the laboratory have any plans to migrate to a more advanced digital management system?

<input type="radio"/>	Yes
<input type="radio"/>	No
<input type="radio"/>	Occasionally

3. In your opinion, how could the adoption of an integrated system benefit dose management in your laboratory?

---

---

---

---

## Anexo 5: Descrição dos casos de uso

Tabela 5-1: Descrição de caso de uso Iniciar sessão

UC001	
Caso de uso	Iniciar sessão
Actores:	Técnico do Laboratório, OPR, Técnico de Finanças
Finalidade:	Autenticar o usuário para permitir acesso ao sistema.
Visão geral:	Esse caso de uso descreve o processo de autenticação do usuário no sistema através da inserção de suas credenciais institucionais. Após a validação, o usuário é redireccionado à sua página de perfil, e um token de autenticação é gerado e armazenado no navegador para sessões subsequentes.
Tipo:	Essencial
Pré-condições:	O usuário deve possuir credenciais de acesso (email e senha).
Pós-condições:	O token de autenticação deve ser armazenado no navegador.
Referencias cruzadas:	RF0001
Sequência típica de eventos	
Acção do actor	Resposta do sistema
1. O utilizador introduz as suas credencias de autenticação (email institucional e a sua senha)	2. O sistema valida o utilizador
	3. O utilizador é redireccionado a sua página de perfil
	4. O sistema guarda o token de autenticação no navegador do utilizador
Sequencia alternativa:	
Linha 1: Se as credenciais inseridas são inválidas:	
1a.1. O sistema exhibe uma mensagem de erro informando que as credenciais são inválidas.	
1a.2. O usuário pode optar por tentar novamente ou solicitar redefinição de senha.	

Linha 1: Caso o usuário tenha esquecido a senha:  
Contactar o administrador

Tabela 5-2: Descrição de caso de uso pedir adesão ao serviço de dosimetria individual

UC002	
Caso de uso	Pedir adesão ao serviço de dosimetria individual
Actores:	Técnico do Laboratório, OPR
Finalidade:	Receber aviso de pagamento
Visão geral:	Um OPR submete a ANEA requerimento de pedido de adesão aos serviços de dosimetria individual dos TOE's devidamente preenchido acompanhado pelo formulário, documentos de identificação e outros documentos relevantes. O técnico do laboratório regista o operador e emite o pedido de aviso de pagamento, o técnico de finanças aceita solicitação elaborando o aviso.
Tipo:	Essencial
Pré-condições:	O OPR deve ser titular licenciado de uma fonte ou gerador de radiação. <ul style="list-style-type: none"> <li>Os utilizadores devem estar autenticados no sistema.</li> </ul>
Pós-condições:	O sistema gera um aviso de pagamento que será impresso e disponibilizado para o OPR.
Referencias cruzadas:	RF0001, RF0047, RFF0074, RF0075, RF0079, RF0080
Sequência típica de eventos	
Acção do actor	Resposta do sistema
1. O caso de uso inicia quando o OPR submete à ANEA o requerimento de adesão ao serviço de dosimetria individual, acompanhado pelo formulário, documentos de identificação e outros documentos relevantes.	

2. O pedido é entregue ao Director-geral, que o encaminha ao Director de Fiscalização e este ao Técnico do Laboratório.	
3. O Técnico do Laboratório acessa a página "Registrar Operador".	4. O sistema exibe a página de registro de operador.
5. O Técnico do Laboratório preenche os dados do operador no formulário de registro e clica em "Guardar".	6. O sistema confirma que os dados foram salvos com sucesso.
7. O técnico de laboratório clica na página registrar contrato de dosimetria	8. O sistema abre a página registrar contrato
9. O técnico de laboratório selecciona o operador, o número de TOE's para o contrato e a duração no formulário de contrato e por fim clica no botão guardar	10. O sistema regista o contrato como pendente e simultaneamente gera um pagamento de serviço pendente e por fim direcciona para página contratos pendentes
11. O Técnico do Laboratório acessa a página "Registrar Contrato de Dosimetria".	12. O sistema exibe a página de registro de contrato.
13. O Técnico do Laboratório selecciona o operador, insere o número de TOE's e a duração do contrato, e clica em "Guardar".	14. O sistema regista o contrato como "Pendente" e gera um aviso de pagamento pendente, direccionando o usuário para a página de contratos pendentes.
15. O Técnico do Laboratório clica em "Gerar Pedido de Aviso de Pagamento" para o contrato solicitado.	16. O sistema gera o pedido de aviso de pagamento.
17. O Técnico do Laboratório imprime o pedido de aviso de pagamento e o encaminha ao Director de Fiscalização, que o repassa ao Chefe do	

Departamento de Administração e Finanças e, finalmente, ao Técnico de Finanças.	
18. O Técnico de Finanças acessa a página "Contratos Pendentes".	19. O sistema exibe a lista de contratos pendentes.
20. O Técnico de Finanças clica em "Gerar Aviso de Pagamento" para o contrato correspondente.	21. O sistema gera o aviso de pagamento.
22. O Técnico de Finanças imprime o aviso de pagamento e devolve o expediente ao Chefe de Administração e Finanças, que o encaminha ao Director de Fiscalização e, finalmente, ao Director-geral para assinatura.	
23. O OPR levanta o aviso de pagamento.	
<p>Sequencia alternativa:</p> <p>Linha 17: Caso o pedido de adesão seja negado:</p> <p>17a.1. O processo é encerrado, e o solicitante é notificado sobre a negativa.</p>	

Tabela 5-3: Descrição de caso de uso formalizar assinatura do contrato

UC003	
Caso de uso	Formalizar assinatura do contrato
Actores:	Técnico do Laboratório, OPR
Finalidade:	Receber aviso de pagamento e formalizar a assinatura do contrato de prestação de serviços de dosimetria individual.
Visão geral:	O Operador submete à ANEA o comprovativo de pagamento do serviço. A ANEA elabora o contrato, que é posteriormente assinado pelo representante da empresa e pelo Director-geral, formalizando o acordo entre as partes.
Tipo:	Essencial
Pré-condições:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os utilizadores devem estar autenticados no sistema.</li> <li>• O pagamento do serviço deve estar efectuado e o comprovativo disponível.</li> </ul>
Pós-condições:	O sistema gera o contrato, que será impresso e assinado pelas partes (ANEA e Operador).

Referencias cruzadas:	RF0001, RFF0089,RF0075,RF0077,RF0082,RF0081
Sequência típica de eventos	
Acção do actor	Resposta do sistema
1. O caso de uso inicia quando o Operador (OPR) submete o comprovativo de pagamento do serviço de dosimetria individual.	
2. O comprovativo é encaminhado ao Director-geral, que o repassa ao Chefe de Administração e Finanças e, em seguida, ao Técnico de Finanças para verificação da autenticidade do comprovativo.	
3. Caso o comprovativo não seja autêntico envia-se uma nota ao operador e caso contrário envia-se uma cópia do comprovativo ao Director de Fiscalização	
4. O Director de Fiscalização envia o comprovativo ao Técnico do Laboratório.	
5. O Técnico do Laboratório acessa a página "Registrar Contrato".	6. O sistema exibe a página "Registrar Contrato".
7. O Técnico do Laboratório regista o pagamento do serviço.	8. O sistema confirma o registro e exibe uma mensagem de sucesso.
9. O Técnico do Laboratório acessa a página "Contratos Pendentes".	10. O sistema exibe a lista de contratos pendentes
11. O Técnico do Laboratório valida o contrato.	12. O sistema actualiza o estado do contrato para "Plena Vigência" e o move para a lista de contratos em vigência.
13. O Técnico do Laboratório clica no botão "Gerar Contrato".	14. O sistema gera o documento do contrato.

15. O Técnico do Laboratório entrega o contrato gerado ao Director de Fiscalização, que o encaminha ao Director-geral.	
16. O Operador (representante legal) retira o contrato, assina-o e devolve-o à ANEA.	
17. O Director-geral assina o contrato, formalizando o acordo.	
<p>Sequencia alternativa:</p> <p>Linha 4: Caso o Técnico do Laboratório não consiga acessar a página "Registrar Contrato" devido a falhas no sistema:</p> <p>4a.1 O sistema exibe uma mensagem de erro.</p> <p>4a.2 O Técnico tenta novamente acessar a página ou solicita suporte técnico.</p>	

Tabela 5-4: Descrição de caso de uso formalizar assinatura do contrato

UC004	
Caso de uso	Registrar remessa de dosímetros
Actores:	Técnico do laboratório
Finalidade:	Registrar dosímetros de trânsito do operador e dos trabalhadores ocupacionalmente expostos (TOE's) que serão utilizados em cada período de monitoria, de acordo com o contrato vigente.
Visão geral:	O Técnico do Laboratório recebe os exemplares dos contratos assinados e prepara os dosímetros de trânsito e dos TOE's, registrando-os no sistema para uso no próximo período de monitoria.
Tipo:	Essencial
Pré-condições:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os usuários devem estar autenticados no sistema.</li> <li>Os contratos assinados devem estar disponíveis para referência.</li> </ul>
Pós-condições:	Os dosímetros do operador e dos TOE's devem estar devidamente registrados no sistema.
Referencias cruzadas:	RFF0001, RF0049, RF0048, RF0057, RF0058, RF0063, RF0062, RF0066, RF0066, RF0067, RF0070, RF0071
Sequência típica de eventos	
Acção do actor	Resposta do sistema

1. O caso de uso inicia após a recepção dos exemplares dos contratos assinados.	
2. O Técnico do Laboratório acessa a página "Listar Operadores".	3. O sistema exibe a página com a lista de operadores.
4. O Técnico do Laboratório selecciona o link "Editar" para o operador desejado.	5. O sistema exibe a página de edição do operador seleccionado.
6. O Técnico acessa a aba "Dosímetros do Operador".	7. O sistema exibe a lista de dosímetros associados ao operador.
8. O Técnico clica no botão "Adicionar Dosímetro".	9. O sistema abre um modal com o formulário de registro do dosímetro.
10. O técnico do laboratório clica no botão adicionar dosímetro	11. O sistema abre a modal com formulário de registo do dosímetro
12. O Técnico do Laboratório preenche os dados do dosímetro, incluindo o número de série, e clica em "Gravar".	13. O sistema exibe uma mensagem confirmando o registro com sucesso.
14. O Técnico do Laboratório acessa a página "Registrar Trabalhador".	15. O sistema exibe a página de registro de trabalhador.
16. O Técnico do Laboratório preenche os dados do operador no formulário de registro e clica em "Guardar".	17. O sistema confirma que os dados foram salvos com sucesso.
18. O Técnico do Laboratório acessa a página "Listar Trabalhadores Ocupacionalmente Expostos"	19. O sistema exibe a página com a lista de TOE's
20. O Técnico selecciona o link "Editar" para o trabalhador desejado.	21. O sistema exibe a página de edição do trabalhador seleccionado.
22. O Técnico acessa a aba "Operador Associado".	23. O sistema exibe a lista de operadores associados ao trabalhador.

24. O Técnico clica no botão "Adicionar Operador".	25. O sistema abre um modal com o formulário para associar um operador ao trabalhador.
26. O Técnico selecciona o operador ao qual o trabalhador está associado e clica em "Gravar".	27. O sistema exibe uma mensagem confirmando a associação com sucesso.
28. O Técnico do Laboratório acessa a aba "Dosímetros do Trabalhador".	29. O sistema exibe a lista de dosímetros associados ao trabalhador.
30. O Técnico clica no botão "Adicionar Dosímetro".	31. O sistema abre um modal com o formulário de registro do dosímetro.
32. O Técnico preenche os dados do dosímetro, incluindo o número de série, e clica em "Gravar".	33. O sistema exibe uma mensagem confirmando o registro com sucesso.
<p>Sequencia alternativa:</p> <p>Linha 12 ou 26: Caso algum dos dados do dosímetro já esteja registrado ou contenha erro:</p> <p>12a/26a.1 O sistema exibe uma mensagem de erro informando sobre a duplicidade ou erro nos dados.</p> <p>12a/26a.2 O Técnico revê e corrige os dados antes de tentar gravar novamente.</p>	

Tabela 5-5: Descrição de caso de uso trocar remessa de dosímetros

UC005	
Caso de uso	Trocar remessa de dosímetros
Actores:	Técnico do Laboratório, OPR
Finalidade:	Trocar remessa de dosímetros para possibilitar a leitura das doses dentro do período estabelecido e assegurar o monitoramento contínuo dos trabalhadores ocupacionalmente expostos.

Visão geral:	O OPR levanta uma cópia do contracto juntamente com a primeira remessa de dosímetros e faz uso dos mesmos por 30 dias. Dez dias antes do término desse período, o OPR recebe uma nova remessa para o próximo período de monitoria. Ao final de cada período, a remessa é devolvida à ANEA, onde ocorre a leitura e o preparo dos dosímetros para o período subsequente.	
Tipo:	Essencial	
Pré-condições:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os usuários devem estar autenticados no sistema.</li> <li>A remessa de dosímetros deve estar registrada e disponível para uso.</li> </ul>	
Pós-condições:	<ul style="list-style-type: none"> <li>O sistema deve gerar o relatório dosimétrico referente ao período de monitoria.</li> <li>A remessa de dosímetros deve estar pronta para o próximo período de monitoramento.</li> </ul>	
Referencias cruzadas:	RF0001, RF0096, RF0097, RF0101, RF0105, RF0106, RF0107, RF0110, RF0117	
Sequência típica de eventos		
Acção do actor	Resposta do sistema	
1. O caso de uso inicia-se após o registro dos dosímetros.		
2. O Técnico do Laboratório prepara a nova remessa de dosímetros.		
3. O Técnico do Laboratório acessa a página "Registrar Período de Monitoria".	4. O sistema exibe a página "Registrar Período de Monitoria".	
5. O Técnico preenche os dados do período de monitoria, incluindo a duração, e clica em "Guardar".	6. O sistema salva as informações e redirecciona para a página do período de monitoria.	
7. O Técnico do Laboratório gera o formulário de controlo clicando no botão correspondente.	8. O sistema gera o formulário de controlo para a remessa.	

9. O Técnico do Laboratório imprime o formulário de controlo e obtém a assinatura do chefe do departamento.	
10. O OPR acessa a página "Verificar Estado da Remessa de Dosímetros" através do seu próprio computador.	11. O sistema exibe a lista de remessas de dosímetros disponíveis para levantamento.
12. O OPR aproxima-se da ANEA para levantar a remessa de dosímetros e o formulário de controlo, utilizando-os durante o período de 30 dias.	
13. Dez dias antes do término do período de 30 dias, o procedimento da linha 2 a linha 12 se repete	
14. Após os 30 dias de uso da remessa anterior, o OPR devolve a remessa de dosímetros à ANEA.	
15. O Técnico do Laboratório realiza a leitura dos dosímetros usando o sistema de leitura dosimétrica.	
16. O Técnico do Laboratório acessa a página "Lista de Remessas Aguardando Leitura".	17. O sistema exibe a lista de remessas disponíveis para leitura.
18. O Técnico selecciona a remessa correspondente para registrar as doses.	19. O sistema exibe a página da remessa.
20. O Técnico do Laboratório insere as doses lidas de cada dosímetro e clica em "Guardar".	21. O sistema armazena as doses lidas e calcula automaticamente as doses que também são guardadas na base de dados.
22. O Técnico do Laboratório acessa o link para gerar o relatório dosimétrico.	23. O sistema gera o relatório dosimétrico com as doses calculadas.

24. O Técnico imprime o relatório e o submete ao Director de Fiscalização, que encaminha ao Director-geral para assinatura.	
25. O Director-geral assina o relatório dosimétrico e o devolve ao Técnico do Laboratório por meio do Director de Fiscalização.	
26. O OPR retira o relatório dosimétrico assinado juntamente com a nova remessa de dosímetros e o formulário de controlo para o próximo período. E o ciclo a partir da linha 2 se repete até o fim do contrato	
<p>Sequencia alternativa:</p> <p>Linha 20: Caso o valor da dose exceda o nível de referência:</p> <p>20a.1 O sistema gera um comunicado sobre dose alta.</p> <p>20a.2 O Técnico do Laboratório imprime e submete imediatamente o Director de Fiscalização e este ao Director-Geral e ao Director de Licenciamento.</p>	

Tabela 5-6: Descrição de caso de uso imprimir relatório anual

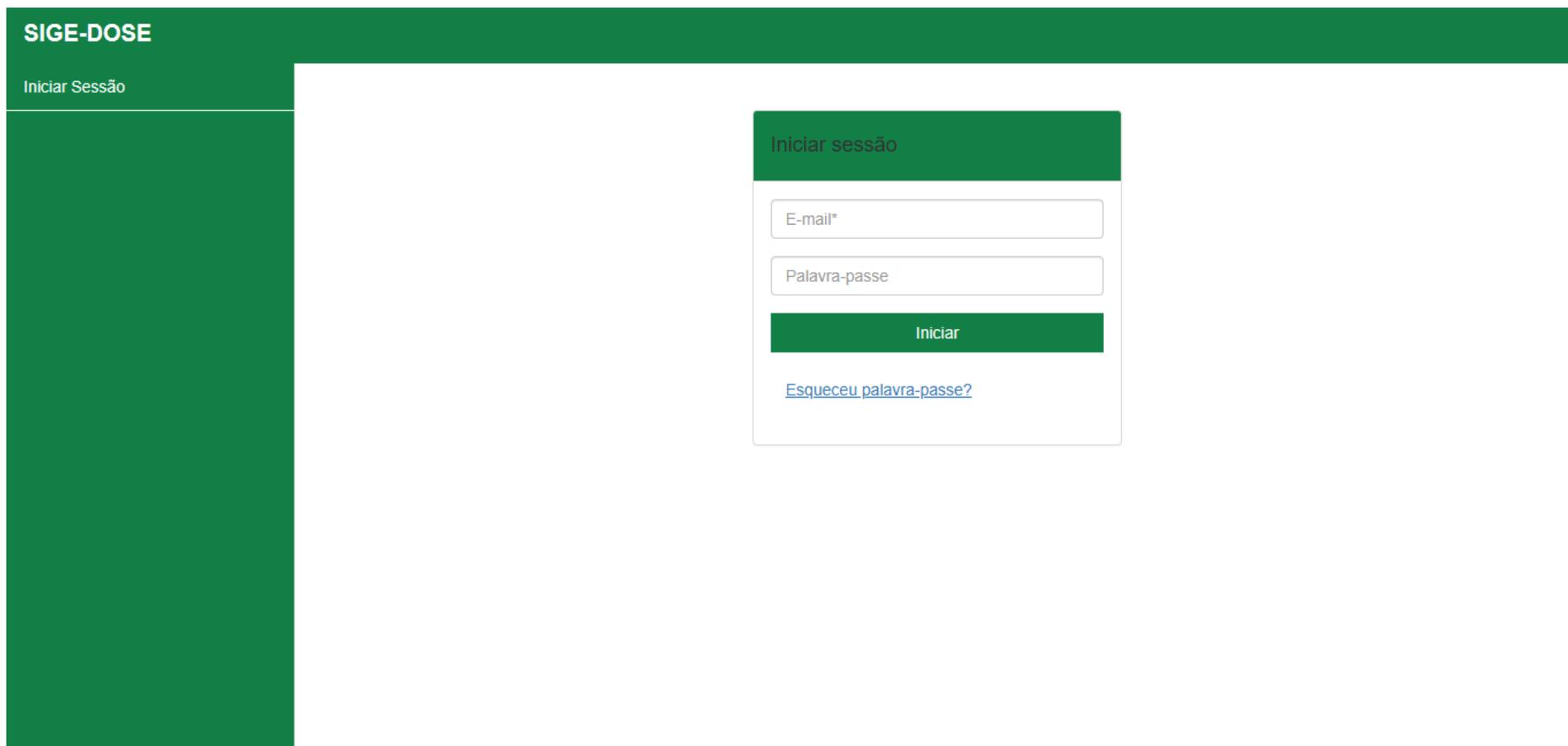
UC006	
Caso de uso	Imprimir relatório anual
Actores:	Técnico do Laboratório, OPR, Director-geral, Director de Fiscalização
Finalidade:	Gerar relatório de dose acumulada anual e quinquenal
Visão geral:	No início de cada ano, o técnico do laboratório acessa o sistema para gerar e imprimir relatórios de dose acumulada anual e quinquenal dos trabalhadores monitorados. Esses relatórios são encaminhados para aprovação e assinatura pelos responsáveis.
Tipo:	Essencial
Pré-condições:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os utilizadores devem estar autenticados</li> <li>O sistema deve conter os dados de monitoramento do período em questão</li> </ul>
Pós-condições:	<ul style="list-style-type: none"> <li>O sistema deve gerar relatório dosimétrico do período de monitoria</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os relatórios devem estar prontos para assinatura e arquivo após a aprovação</li> </ul>
Referencias cruzadas:	RF0001, RF0125, RF0126, RF0127
Sequência típica de eventos	
Acção do actor	Resposta do sistema
1. Este caso de uso inicia-se no final de cada ano.	
2. O técnico do laboratório acessa a página "Listar Dose Acumulada Anual".	3. O sistema exibe a página "Listar Dose Acumulada Anual".
4. O técnico selecciona o operador desejado para o relatório anual.	5. O sistema gera o relatório de dose acumulada anual do operador seleccionado.
6. O técnico do laboratório imprime o relatório gerado	
7. O OPR submete os relatórios ao Director de Fiscalização para análise e assinatura.	
8. O Director de Fiscalização encaminha os relatórios ao Director-geral.	
9. O Director-geral assina os relatórios e os devolve ao OPR através do Director de Fiscalização.	
10. O OPR arquiva os relatórios	
<p>Sequencia alternativa:</p> <p>Linha 4 ou 9</p> <p>Caso o técnico do laboratório precise corrigir dados antes de gerar o relatório:</p> <p>4a.1/9a.1 O técnico acessa a página de edição de dados de monitoramento.</p> <p>4a.2/9a.2 O técnico realiza as correcções e salva.</p> <p>4a.3/9a.3 Retorna ao passo 2 para reiniciar o processo de geração do relatório.</p>	

## Anexo 6: Descrição da Interface

### Interface de login

O login na aplicação é feita através da introdução do e-mail de utilizador e da respectiva password. Se o usuário não se lembra da password clica no link para solicitar o administrador.



The screenshot displays the login interface for the SIGE-DOSE application. The interface features a green header bar with the text "SIGE-DOSE" on the left and a green sidebar on the left side containing the text "Iniciar Sessão". The main content area is white and contains a login form. The form has a green header with the text "Iniciar sessão". Below the header, there are two input fields: "E-mail\*" and "Palavra-passe". Below the input fields, there is a green button with the text "Iniciar". At the bottom of the form, there is a blue link with the text "Esqueceu palavra-passe?".

Figura A6-1: Tela de login

## Interface de registo do operador

O registo do operador é realizado preenchendo os dados do operador, pratica e contacto conforme ilustrado na imagem abaixo incluindo contacto

The image shows a web application interface for operator registration. The header is green with the text 'SIGE-DOSE' on the left and a user profile 'Isidro Rogério Mário' on the right. A dark green sidebar on the left contains a menu with items: 'Início', 'Configurações', 'Operador', 'Trabalhadores', 'Contratos de Monitoria Individual', 'Periodos de monitoria Individual', 'Pagamentos', and 'Meu Operador'. The 'Operador' menu item is expanded, showing sub-items 'Registrar Operador' and 'Lista de Operadores'. The main content area is titled 'Registrar Operador' and contains several form fields: 'Nome do Operador' (text input), 'Tipo Operador' (dropdown menu), 'Prática' (dropdown menu), 'Distrito' (dropdown menu), 'Endereço' (text input), 'E-mail' (text input), 'E-mail alternativo (opcional)' (text input), 'Contacto telefónico' (text input), 'Contacto telefónico alternativo (opcional)' (text input), 'Caixa postal (opcional)' (text input), 'WebSite (opcional)' (text input), and 'NUIT' (text input). A green 'Guardar' button is located at the bottom left of the form area.

Figura A6-2: Interface de Registo do operador

## Registo do contrato

O registo do contrato do operador é realizado mediante o preenchimento do formulário que inclui duração do contrato, número de TOE's e marcação ou não da isenção do pagamento

The screenshot shows the 'SIGE-DOSE' web application interface. On the left is a dark green sidebar with a menu containing: 'Início', 'Configurações', 'Operador', 'Trabalhadores', 'Contratos de Monitoria Individual' (with sub-items: 'Registar Contrato', 'Lista de Contratos Pendentes', 'Lista de Contratos Vigentes', 'Lista de Contratos Não renovados', 'Lista de Contratos Expirados'), 'Periodos de monitoria Individual', 'Pagamentos', and 'Meu Operador'. The top right of the page shows the user name 'Isidro Rogério Mário'. The main content area is titled 'Registar Contrato' and contains three input fields: 'Operador' (a dropdown menu with 'Selecione o Operador\*' selected), 'Duração do contrato (Meses)', and 'Número de Trabalhadores'. Below these fields is a checkbox for 'Isenção Pagamento' and a green 'Guardar' button.

Figura A6-3: Interface de registo do contrato

## Registo de pagamento

O registo do pagamento do operador é realizado mediante o preenchimento do formulário que inclui a designação do pagamento e a data do pagamento

**SIGE-DOSE** Isidro Rogério Mário ▾

Início

Configurações <

Operador <

Trabalhadores <

Contratos de Monitoria Individual <

Periodos de monitoria Individual <

Pagamentos <

Meu Operador <

### Registrar pagamento

**Designação**

Selecione a Designação ▾

Designacao	Valor a pagar	Acção
------------	---------------	-------

**Operador**

Limak Cimentos S.A

**Data do Pagamento**

dd/mm/aaaa

Figura A6-4: Interface de registo do pagamento

## Validação do contrato

A validação do contrato do operador é feita indicando a data do início do contrato

The screenshot shows the 'SIGE-DOSE' application interface. On the left is a dark green sidebar with a menu containing: 'Início', 'Configurações', 'Operador', 'Trabalhadores', 'Contratos de Monitoria Individual', 'Periodos de monitoria Individual', 'Pagamentos', and 'Meu Operador'. The main content area has a dark green header with the user name 'Isidro Rogério Mário'. Below the header, the page title is 'Validação Contrato Limak Cimentos S.A.'. The form contains three input fields: 'Data Inicio do Contrato' (with a date picker icon and placeholder 'dd/mm/aaaa'), 'Duração do contrato (Meses)' (with value '12'), and 'Número de Trabalhadores' (with value '5'). At the bottom of the form are two buttons: a green 'Guardar' button and a red 'Apagar' button.

Figura A6-5: Interface de validação do contrato

## Lista de contratos em plena vigência

A interface apresenta a lista de contratos de dosimetria em plena vigência

The screenshot displays the SIGE-DOSE web interface. On the left is a green sidebar menu with the following items: Início, Configurações, Operador, Trabalhadores, Contratos de Monitoria Individual, Períodos de monitoria Individual, Pagamentos, and Meu Operador. The main content area is titled 'Contratos Em Plena Vigência' and features a search bar with a dropdown menu labeled 'Operador' and a search icon. Below the search bar is a table with the following columns: No contrato, Operador, Período do contrato, No de Trabalhadores, Isenção, Tipo Contrato, and Ação. The table contains three rows of data.

No contrato	Operador	Período do contrato	No de Trabalhadores	Isenção	Tipo Contrato	Ação
<a href="#">26/ANEA/2024</a>	Operador A	16/11/2024-16/11/2025	16	Isento de pagamento	Normal	<a href="#">Renovar</a> <a href="#">Inclusão</a> <a href="#">Pedido de Aviso pagamento</a> <a href="#">Aviso de Pagamento</a> <a href="#">Contrato</a>
	Operador B	01/04/2023-01/04/2026	17		Normal	<a href="#">Renovar</a> <a href="#">Inclusão</a> <a href="#">Pedido de Aviso pagamento</a> <a href="#">Aviso de Pagamento</a> <a href="#">Contrato</a>
<a href="#">15/ANEA/2023</a>	Operador C	01/12/2023-01/12/2024	13		Normal	<a href="#">Renovar</a> <a href="#">Inclusão</a> <a href="#">Pedido de Aviso pagamento</a> <a href="#">Aviso de Pagamento</a> <a href="#">Contrato</a>

Figura A6-6: Interface de listagem dos contractos em plena vigência

## Interface de registo do TOE

O registo do TOE é realizado preenchendo os dados do TOE incluindo informações sobre contacto conforme ilustrado na imagem abaixo incluindo contacto

The image shows a web interface for 'SIGE-DOSE' with a user profile 'Isidro Rogério Mário'. The main heading is 'Registrar Trabalhador Ocupacionalmente exposto'. The form includes the following fields:

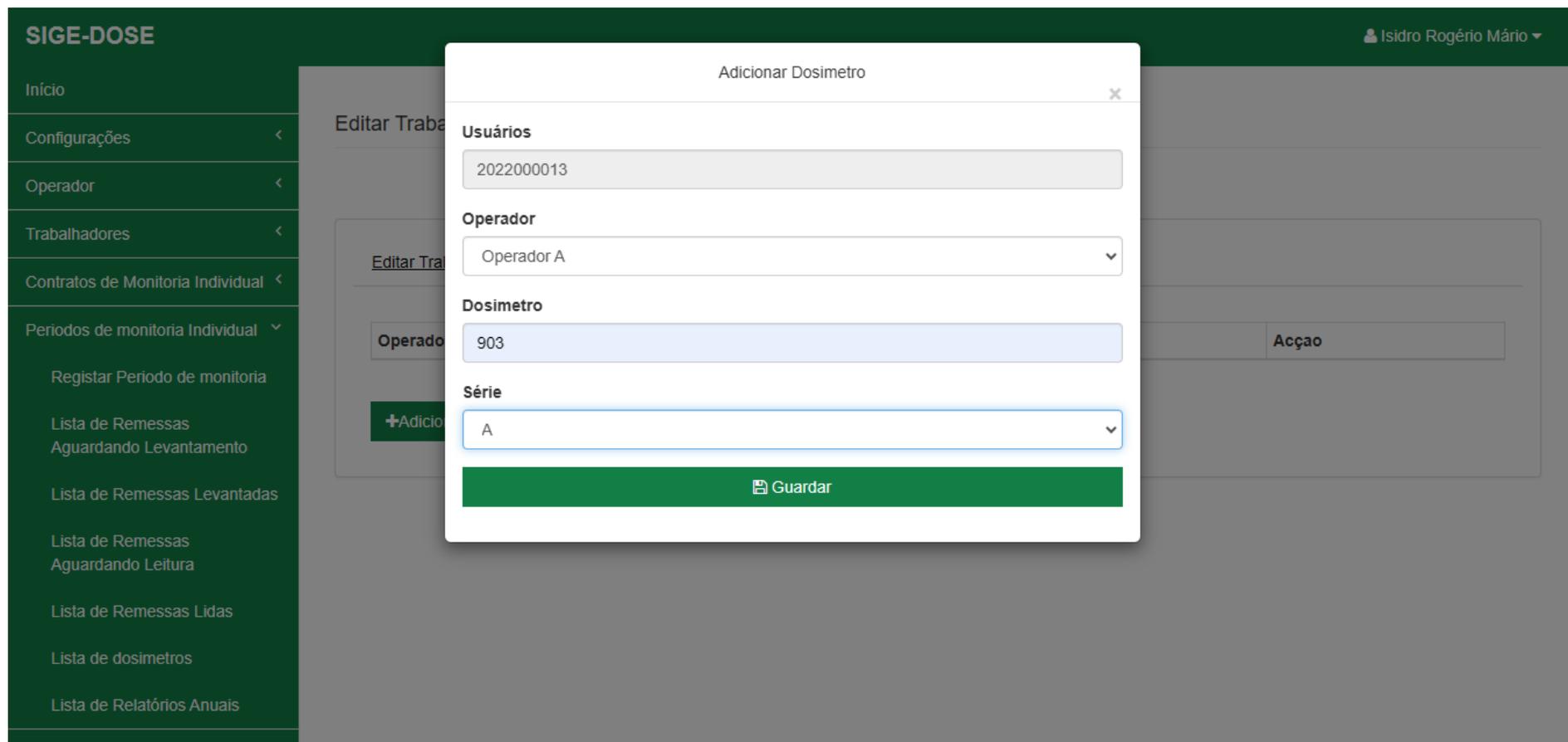
- Nome:** Input field for 'Nome\*'
- Apelido:** Input field for 'apelido\*'
- Sexo:** Dropdown menu with 'Selecione o sexo'
- Data Nascimento:** Date input field with format 'dd/mm/aaaa' and a calendar icon
- Tipo de documento:** Dropdown menu with 'Selecione o tipo de documento'
- Numero do Documento:** Input field for 'documento\*'
- Telefone Principal:** Input field for 'Contacto Telefónico\*'
- Telefone alternativo(opcional):** Input field for 'Contacto Telefónico\*'
- E-mail(opcional):** Input field for 'Correio electrónico\*'
- E-mail (opcional):** Input field for 'Correio electrónico\*'
- Distrito residencial:** Dropdown menu with 'Selecione o Distrito\*'
- Endereço (opcional):** Input field for 'Endereço\*'
- Estado da Conta:** Dropdown menu with 'Selecione o Estado da Conta'
- Palavra-passe:** Input field for 'Palavra-passe'
- Confirmar Palavra-passe:** Input field for 'Confirmar palavra-passe'

A green 'Guardar' button is located at the bottom left of the form area.

Figura A6-7: Interface de Registo do TOE

## Interface de registo do dosímetro do TOE

A interface apresenta a janela modal de registo dos dosímetros de TOE que inclui o operador, o número do dosímetro e aa serie da remessa.



The image shows a screenshot of the SIGE-DOSE web application. A modal window titled "Adicionar Dosímetro" is open, allowing the user to register a new dosimeter. The modal contains the following fields:

- Usuários:** A text input field containing the value "2022000013".
- Operador:** A dropdown menu with "Operador A" selected.
- Dosímetro:** A text input field containing the value "903".
- Série:** A dropdown menu with "A" selected.

At the bottom of the modal is a green button labeled "Guardar" with a save icon. The background shows a sidebar menu with options like "Início", "Configurações", "Operador", "Trabalhadores", and "Contratos de Monitoria Individual". The user's name "Isidro Rogério Mário" is visible in the top right corner.

Figura A6-8: Interface de registo do dosímetro do TOE

## Interface do registo do período de monitoria

O registo do período de monitoria é realizado preenchendo os dados relacionados com a data de início do período, numero de dias de monitoria, série a ser usada conforme ilustrado na imagem abaixo incluindo contacto

The screenshot shows the 'SIGE-DOSE' application interface. On the left is a green sidebar menu with the following items: 'Início', 'Configurações', 'Operador', 'Trabalhadores', 'Contratos de Monitoria Individual', 'Periodos de monitoria Individual' (expanded), 'Registrar Período de monitoria', 'Lista de Remessas Aguardando Levantamento', 'Lista de Remessas Levantadas', 'Lista de Remessas Aguardando Leitura', 'Lista de Remessas Lidas', 'Lista de dosímetros', and 'Lista de Relatórios Anuais'. The main content area is titled 'Registrar Período de monitoria' and contains the following fields:

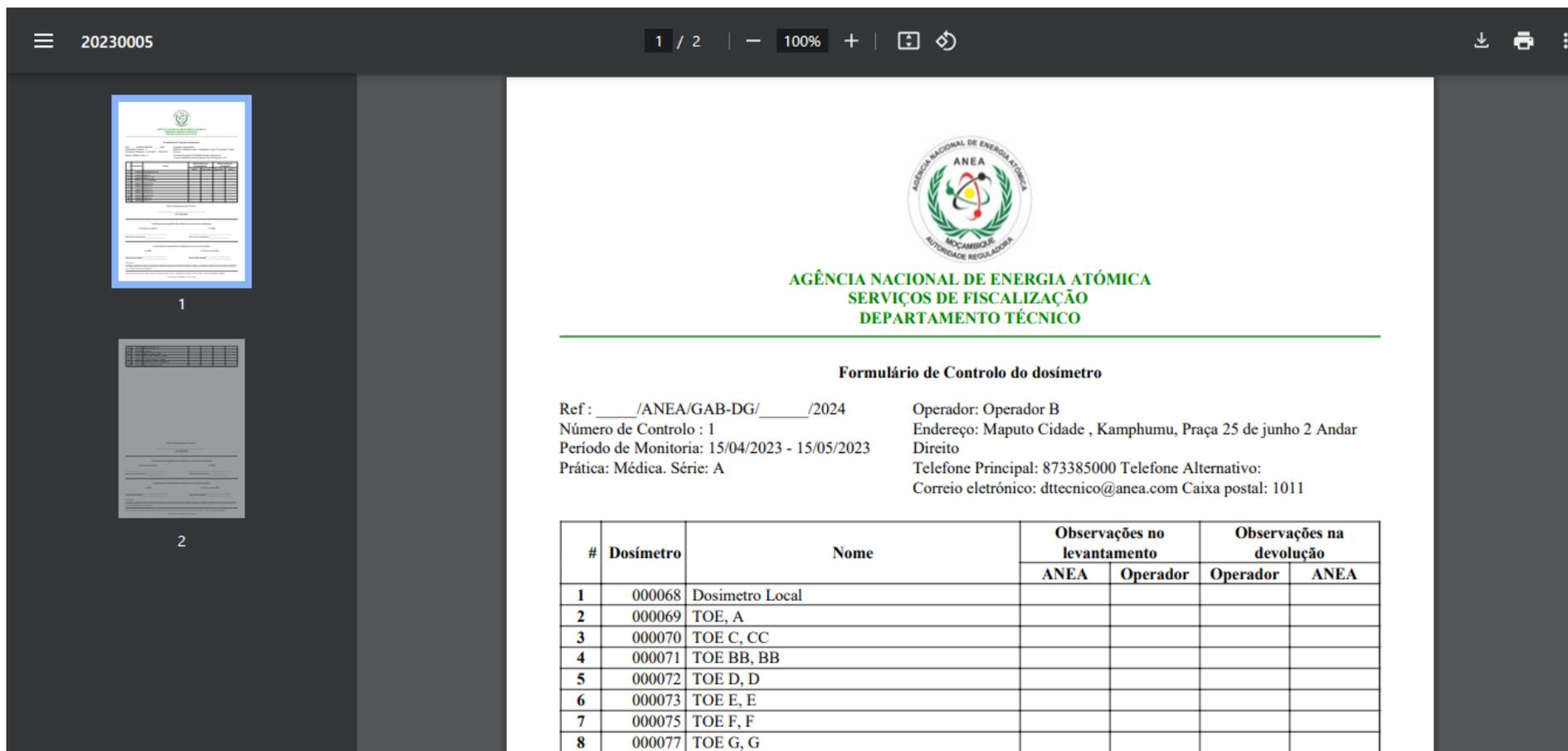
- Operador:** A dropdown menu with the text 'Selecione o Operador'.
- Data Inicio do Período da Monitoria:** A date input field with the placeholder 'dd/mm/aaaa' and a calendar icon.
- Número de dias de Monitoria:** An empty text input field.
- Série:** A dropdown menu with the text 'Selecione o Série'.
- Estado da remessa:** A dropdown menu with the text 'Selecione Estado da remessa'.
- Comentário (opcional):** A large, empty text area for entering a comment.

At the bottom left of the form area is a green button labeled 'Registrar'.

Figura A6-9: Interface do registo do período de monitoria

## Interface Formulário de controlo do dosímetro

A imagem apresenta o formulário de controlo do dosímetro gerado pelo sistema com todas informações do operador, período de monitoria, doses dos TOE's correspondentes ao período de monitoria e as doses acumuladas



20230005

1 / 2 | - 100% + | [Zoom In] [Zoom Out]

1

2

**AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA**  
**SERVIÇOS DE FISCALIZAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO TÉCNICO**

**Formulário de Controlo do dosímetro**

Ref: \_\_\_\_/ANEA/GAB-DG/ \_\_\_\_/2024      Operador: Operador B  
Número de Controlo : 1      Endereço: Maputo Cidade , Kamphumu, Praça 25 de junho 2 Andar  
Período de Monitoria: 15/04/2023 - 15/05/2023      Direito  
Prática: Médica. Série: A      Telefone Principal: 873385000 Telefone Alternativo:  
Correio eletrónico: dttecnico@anea.com Caixa postal: 1011

#	Dosímetro	Nome	Observações no levantamento		Observações na devolução	
			ANEA	Operador	Operador	ANEA
1	000068	Dosímetro Local				
2	000069	TOE, A				
3	000070	TOE C, CC				
4	000071	TOE BB, BB				
5	000072	TOE D, D				
6	000073	TOE E, E				
7	000075	TOE F, F				
8	000077	TOE G, G				

Figura A6-10: Interface Formulário de controlo do dosímetro

## Interface de registo de dose

A imagem apresenta o formulário de registo de doses dos TOE's

### SIGE-DOSE

- Início
- Configurações <
- Operador <
- Trabalhadores <
- Contratos de Monitoria Individual <
- Periodos de monitoria Individual <
- Pagamentos <
- Meu Operador <

#### Doses

Operador: Operador B Número de Controlo: 1 Série: A Período de Monitoria: 2023-04-15: 2023-05-15

Dosímetro	Nome	Dose (Hp 10) Medida em mSv	Dose (Hp 0,07) Medida em mSv	Observação
000068	Dosímetro Local	0,00	0,00	
000069	TOE	0,00	0,00	
000070	TOE C	0,00	0,00	
000071	TOE BB	0,04	0,00	
000072	TOE D	0,03	0,00	
000073	TOE E	0,09	0,00	
000075	TOE F	0,03	0,00	
000077	TOE G	0,00	0,00	
000079	TOE H	0,00	0,00	

Figura A6-11: Interface de registo de dose

## Interface do relatório de dose

A imagem apresenta o relatório de dose gerado pelo sistema com todas informações do operador, período de monitoria, doses dos TOE's correspondentes ao período de monitoria e as doses acumuladas

20230005

1 / 1 | - 100% + | [Zoom] [Refresh]

1

**AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA**  
**SERVIÇOS DE FISCALIZAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO TÉCNICO**

Visto  
Director-Geral  
  
(Moniz Ernesto Zuca)  
Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Relatório Dosimétrico**

Ref : \_\_\_\_/ANEA/GAB-DG/\_\_\_\_/2024  
Número de Controlo : 1  
Período de Monitoria: 15/04/2023 - 15/05/2023  
Prática: Médica. Série: A

Operador: Operador B  
Endereço: Maputo Cidade , Kamphumu, Praça 25 de junho 2 Andar  
Direito  
Telefone Principal: 873385000 Telefone Alternativo:  
Correio eletrónico: dttecnico@anea.com Caixa postal: 1011

#	Dosimetro	Nome	Dose Calculada (mSv)		Dose acumulada (mSv)		Obs
			Hp (10)	Hp (0,07)	Hp (10)	Hp (0,07)	
1	000069	TOE, A	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	000070	TOE C, CC	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	000071	TOE BB, BB	0.04	0.00	0.04	0.00	
4	000072	TOE D, D	0.03	0.00	0.03	0.00	
5	000073	TOE E, E	0.09	0.00	0.09	0.00	
6	000075	TOE F, F	0.03	0.00	0.03	0.00	
7	000077	TOE G, G	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	000079	TOE H, H	0.00	0.00	0.00	0.00	

Figura A6-12 Interface do relatório de dose