



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

PROJETO:
EQUARS

Plano de Desenvolvimento do GLOW

DOCUMENTO: EQUARS-4433-PLN-001-A

ESTADO: APROVADO

DESCRIÇÃO: Este documento apresenta o Plano de Desenvolvimento do instrumento GLOW, em uma primeira versão. As informações aqui contidas devem dar suporte à elaboração do plano de gerenciamento da Missão EQUARS para a revisão de fase PRR.

DATA: 30-08-2019

EDT: 4433 - GLOW

PÁGINAS: 21



AUTORES

NOME	DIVISÃO	DATA	ASSINATURA
Delano Gobbi	DIDAE	30.08.2015	

REVISORES

NOME	DIVISÃO	DATA	ASSINATURA
Sinval Domingos	DIDAE/CGCEA	19.09.2019	
Delano Gobbi	DIDAE/CGCEA	30.08.2015	

APROVADO POR

NOME	DIVISÃO	DATA	ASSINATURA
Leandro Toss Hoffmann	DIDSS/CGETE	19/09/2019	

REVISÕES

REV.	DATA	MUDANÇAS/ N. PÁG.	AUTOR	APROVADO POR
A	30-08-2019	Versão inicial	D. Gobbi	L. T. Hoffmann



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
1.1	ESCOPO DO DOCUMENTO	5
1.2	DOCUMENTOS APLICÁVEIS E DE REFERÊNCIA	5
1.2.1	<i>Documentos Aplicáveis (DA)</i>	5
1.2.2	<i>Documentos de Referência (DR)</i>	5
1.3	ACRÔNIMOS E NOMENCLATURA	6
1.3.1	<i>Lista de Acrônimos</i>	6
1.3.2	<i>Nomenclatura</i>	6
2	SUMÁRIO DO PROJETO GLOW	8
3	PLANO DE DESENVOLVIMENTO	11
3.1	ELEMENTOS DA ARQUITETURA DO SISTEMA	11
3.2	ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO.....	12
3.3	EVENTOS DE REVISÃO	13
3.4	ETAPA DE DOCUMENTAÇÃO (DR).....	13
3.5	ETAPA DE QUALIFICAÇÃO AVANÇADA (Δ -QR)	14
3.6	ETAPA DE ACEITAÇÃO FINAL (AR)	15
3.7	PREMISSAS, DEPENDÊNCIAS E RESTRIÇÕES.....	15
3.8	ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (WBS).....	15
3.9	PLANO DE COLABORADORES	16
3.10	ABORDAGEM PARA AS CONTRATAÇÕES	16
3.11	REGULAMENTO, NORMAS, TÉCNICAS, MÉTODOS, FERRAMENTAS E MODELOS	16
3.12	GERENCIAMENTO DE RISCO	16
3.13	CRONOGRAMA DE ATIVIDADES E ORÇAMENTO	16
3.14	DOCUMENTAÇÃO	16
3.15	MECANISMOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE	16
3.16	ATUALIZAÇÃO DESTES PLANO DE DESENVOLVIMENTO	17

LISTA DE FIGURAS

Figura- 1. Ciclo de Vida do Projeto GLOW, mapeados em função da característica da fase de desenvolvimento e dos eventos de transição (marcos) entre as respectivas fases. Conforme se visualiza no diagrama, embora o hardware do modelo embarcável (FM) encontra-se concluído, as pendências relacionadas à conclusão do software de operação orbital, dado a ausência de especificação do subsistema computador de bordo (OBC) da plataforma satelital, levaram a não realização do marco de Revisão de Aceitação. 9

Figura- 2. Plano de Gestão do Projeto GLOW, caracterizado pelo gerenciamento de Cronograma, Recursos (equipe e custo), Escopo de Projeto, Configuração de Documentos e Qualidade. 10

Figura- 3. Sistema de Verificação & Validação que regula as atividades do Projeto GLOW. As Análises, geralmente, antecedem os Testes; neste sentido, as análises são destinadas aos procedimentos de Verificação e os Testes são voltados aos procedimentos de Verificação (comprova a análise) e Validação.10

Figura- 4. Elementos de sistema e as relações de conectividade que constituem a arquitetura do sistema do projeto GLOW. 12



1 INTRODUÇÃO

1.1 ESCOPO DO DOCUMENTO

Este documento descreve o Plano de Desenvolvimento do instrumento GLOW (fotômetro de airglow de 4-canais), abrangendo o desenvolvimento pretérito, representado pelo projeto GLOW no escopo de seu contrato de execução, e o seu desenvolvimento subsequente, e necessário, para alcançar o estágio de Integração satelital.

1.2 DOCUMENTOS APLICÁVEIS E DE REFERÊNCIA

1.2.1 Documentos Aplicáveis (DA)

- [DA-1] [EQUARS-0000-MS-001-C] Declaração do Escopo da Missão EQUARS
- [DA-2] [EQUARS-0000-ANL-004-A] Proposta Científica: Requisitos e Concepção do Instrumento GLOW
- [DA-3] Plano de Gerenciamento do Projeto GLOW
- [DA-4] Gerenciamento de Riscos do Projeto GLOW
- [DA-5] Revisão de Documentação Gerencial (MDR do Projeto GLOW)
- [DA-6] Relatório PDR do Projeto GLOW
- [DA-7] Relatório CDR do Projeto GLOW
- [DA-8] Relatório QR do Projeto GLOW
- [DA-9] Estruturas Analíticas do Projeto GLOW
- [DA-10] [EQUARS-1170-CMP-001-A] Plano de Gerenciamento de Configuração
- [DA-11] [EQUARS-3000-TS-001-A] Mission Assurance Requirements
- [DA-12] [EQUARS-3100-TS-001-A] Product Assurance Requirements – Space Segment
- [DA-13] [EQUARS-1140-PLN-001-B] Plano de Gerenciamento de Riscos

1.2.2 Documentos de Referência (DR)

- [DR-1] [NASA/SP-2014-3705] *NASA Space Flight Program and Project Management Handbook (2014 version)*.
- [DR-2] [NASA/SP-2016-6105] *NASA System Engineering Handbook (2016 version)*.
- [DR-3] PMBOK, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (3-edição, Internet: www.pmi.org, 2004)*.
- [DR-4] [ECSS-E-HB-11-A] *Technology Readiness Level (TRL) Guidelines (2017 version)*



1.3 ACRÔNIMOS E NOMENCLATURA

1.3.1 Lista de Acrônimos

AR - *Acceptance Review* (trad.: Revisão de Aceitação para Vôo)

CDR - *Critical Design Review* (trad.: Revisão de Projeto Detalhado)

GLOW - Fotômetro de Airglow de 4-canais

EQUARS - *Equatorial Atmosphere Research Satellite*

MDR - *Managed Document Review* (trad.: Revisão de Documentação Gerencial)

PDR - *Preliminary Design Review* (trad.: Revisão de Projeto Preliminar)

QR - *Qualification Review* (trad.: Revisão de Qualificação)

TBC - *To Be Confirmed*.

TBD - *To Be Defined*.

1.3.2 Nomenclatura

Entidades de escopo de *sistema*:

$(partes) \subset (componente) \subset (montagem) \subset (subsistema) \subset (sistema) \subset (plataforma)$.

- (1) *Componente*: é uma entidade básica que, do ponto de vista sistêmico, ou de forma isolada, não é funcional. Geralmente, a entidade componente é constituída de partes (por exemplo, microcircuitos eletrônicos).
- (2) *Montagem* (subsubsistema): é representado por um conjunto de componentes interconectados em uma entidade e desempenhando funções específicas em escala limitada.
- (3) *Subsistema*: combina um conjunto de montagens, geralmente dotado de múltipla funcionalidade, porém é dependente de uma integração ainda maior para alcançar o objetivo do sistema alvo. As fronteiras entre os diferentes subsistemas físicos são denominadas de interfaces.
- (4) *Sistema*: é representado pelo conjunto de entidades interagentes e interdependentes que formam um todo unitário com objetivo comum. Um sistema físico deve apresentar: estrutura (componentes e partes), comportamento (processos que transformam entradas em saídas) e interconectividade (relações entre as entidades). A interação entre o sistema físico e a envolvente externa é realizada através de uma interface externa.
- (5) *Plataforma*: conjunto de sistemas ou subsistemas integrados em um ambiente espacial.

Outras entidades de escopo de *sistema*, porém com definições dúbias:

- (6) *Módulo*: entidade de subsistema ou de sistema destacável em um ambiente de plataforma espacial ou em uma composição de equipamento embarcado. Geralmente, o módulo possui uma estrutura física independente, porém pode estar interconectado com outros módulos, formando um subsistema ou sistema com certo nível de funcionalidade.

EQUARS	EQUARS-4433-PLN-001-A Plano de Desenvolvimento do GLOW	
--------	---	---

- (7) Submódulo: entidade de subsistema (ou sub-subsistema) que deve integrar-se para formar um módulo, regularmente por intermédio de intraconexões. Geralmente, é constituído de dispositivos ópticos, eletrônicos e mecânicos.

EQUARS	EQUARS-4433-PLN-001-A Plano de Desenvolvimento do GLOW	
--------	---	---

2 SUMÁRIO DO PROJETO GLOW

O projeto GLOW foi proposto em 2008 à comunidade da Divisão de Aeronomia do INPE. O produto do projeto é um fotômetro de airglow (trad.: aeroluminescência), que se destina a medir o fluxo de radiação de constituintes químicos emissores de fótons no espectro da luz visível e do infravermelho próximo. A medida deste fluxo pode ser usada como um traçador dos fenômenos da alta atmosfera. A seguir, elencam-se alguns aspectos relevantes sobre o plano de gerenciamento do projeto GLOW.

- *Missão*: investigação dos fenômenos equatoriais relacionados à atividade dinâmica das ondas atmosféricas e à atividade eletrodinâmica das bolhas de plasma.
- *Objetivo*: conceber um sistema embarcado, para ser lançado no satélite científico EQUARS, com o propósito de produzir dados originais e gerar conhecimento relevante na área de Aeronomia equatorial.
- *Metas*: construção de um fotômetro de airglow com requisitos de alta confiabilidade; calibração precisa do instrumento para fins de medida de fluxo de radiação; domínio de métodos e técnicas usadas em análise, projeto e testes de subsistemas da área espacial.
- *Benefícios*: avanço de conhecimento em Aeronomia equatorial; atendimento às necessidades do programa Clima Espacial (EMBRACE); e formação de pessoal especializado.
- *Restrição*: compatibilizar-se com o cronograma de integração e lançamento do satélite EQUARS.
- *Gerenciamento*: o Plano de Gestão é do tipo tradicional, usando as ferramentas básicas descritas no guia PMBOK [DR-3], empregando um sistema de Verificação e Validação que caracterizam as atividades no decorrer do projeto.
- *Ciclo de Vida do Projeto*: As fases deste projeto seguem o modelo padrão de ciclo de vida de projeto da NASA [vide: DR-1; DR-2], caracterizando-se por 3 (três) níveis de protótipo (*Preliminary Design*, ABM, E-QM), uma unidade de embarcável (FM) e um módulo de apoio elétrico para procedimentos de Verificação e Validação (EGSE do instrumento).
- *Característica sistêmica*: por se tratar de um instrumento formado da integração *software* e *hardware*, a Garantia do Produto final, seguindo os preceitos da garantia de qualidade, é fortemente dependente do controle e gestão dos processos de desenvolvimento das entidades de sistema, na qual a métrica da qualidade é a confiabilidade preditiva.
- *Requisito de Interface*: o instrumento deve atender ao conjunto de requisitos da plataforma de satélite EQUARS.
- *Conceito de Operações (ConOps)*: O instrumento é concebido para operar durante a parte escura da órbita, respondendo a comandos com protocolo de comunicação do tipo mestre-escravo.

A Figura 1 resume o ciclo de vida do Projeto GLOW. Formalmente, o contrato que permitiu o desenvolvimento principal do projeto GLOW encerrou em Outubro de 2015, com a entrega do Modelo de Voo (FM). O cronograma original, que previa originalmente 3 (três) anos de desenvolvimento, estendeu-se por quase o mesmo período. Entrementes, a alteração no prazo de

entrega do modelo FM não interferiu nas atividades de planejamento da missão EQUARS. Deste modo, faz-se importante identificar e estimar com recursos as atividades necessárias para que o projeto GLOW possa avançar para subsequentes fases D e E.

CICLO DE VIDA DO PROJETO

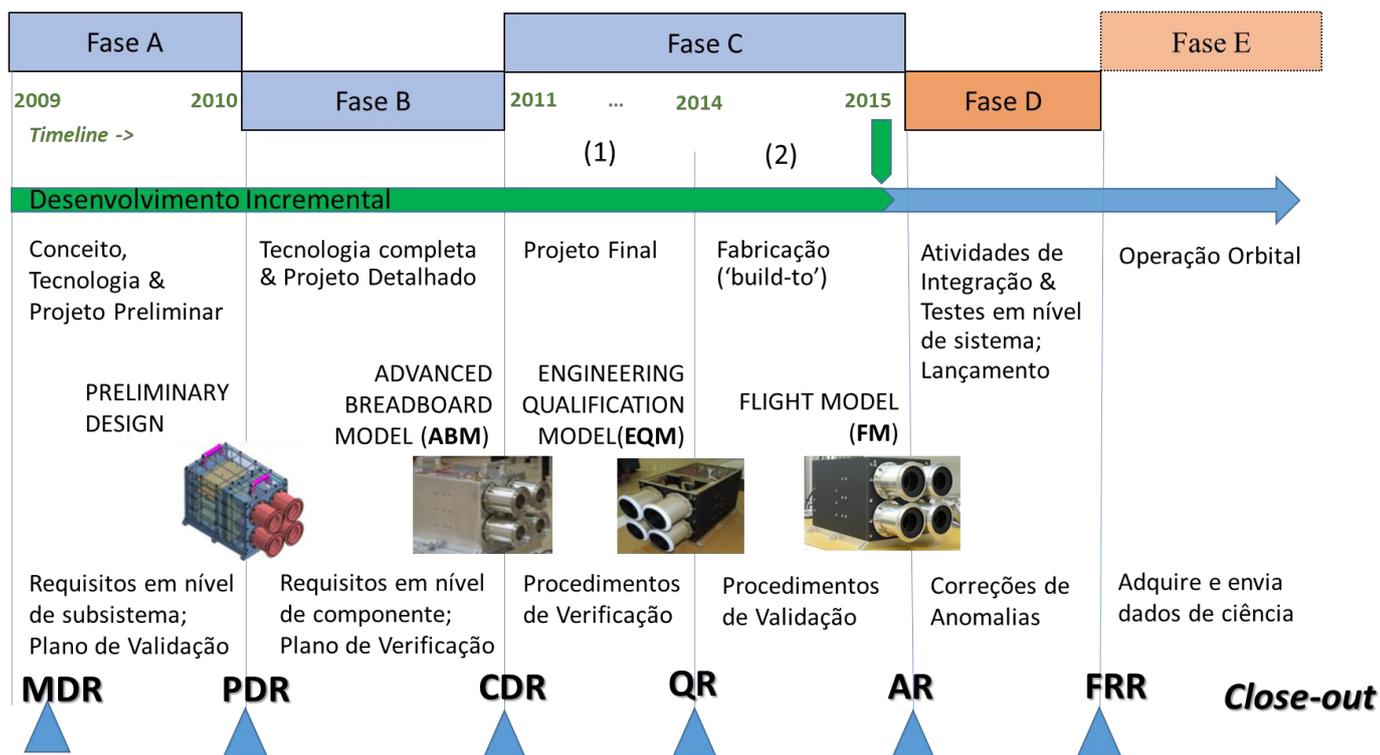


Figura-1. Ciclo de Vida do Projeto GLOW, mapeados em função da característica da fase de desenvolvimento e dos eventos de transição (marcos) entre as respectivas fases. Conforme se visualiza no diagrama, embora o hardware do modelo embarcável (FM) encontra-se concluído, as pendências relacionadas à conclusão do software de operação orbital, dado a ausência de especificação do subsistema computador de bordo (OBC) da plataforma satelital, levaram a não realização do marco de Revisão de Aceitação.

Os marcos de revisão MDR (Revisão Gerencial de Documentação), PDR (Revisão de Projeto Preliminar), CDR (Revisão de Projeto Detalhado) e QR (Revisão de Qualificação) foram alcançados, conforme são mostrados na Figura 1, em termos de suas respectivas ordens cronológicas. Os Documentos Aplicáveis [DA-6] a [DA-8] são os relatórios que compilam as discrepâncias encontradas no desenvolvimento do projeto ao atingir a referida fase de desenvolvimento.

A Figura 2 mostra, de maneira resumida, o Plano de Gestão do Projeto GLOW. Já a Figura 3 identifica os processos que caracterizam o Sistema de Verificação e Validação (V&V) do projeto GLOW. Em particular, na Figura 3, os processos de V&V grifados por quadros pontilhados, embora originalmente preconizados, não foram realizados. Os detalhes do Plano de Gestão e do Sistema V&V, concebido para revisão PDR, estão descritos nos Documentos Aplicáveis [DA-3] e [DA-4].



Figura- 2. Plano de Gestão do Projeto GLOW, caracterizado pelo gerenciamento de Cronograma, Recursos (equipe e custo), Escopo de Projeto, Configuração de Documentos e Qualidade.

Sistema de Verificação & Validação

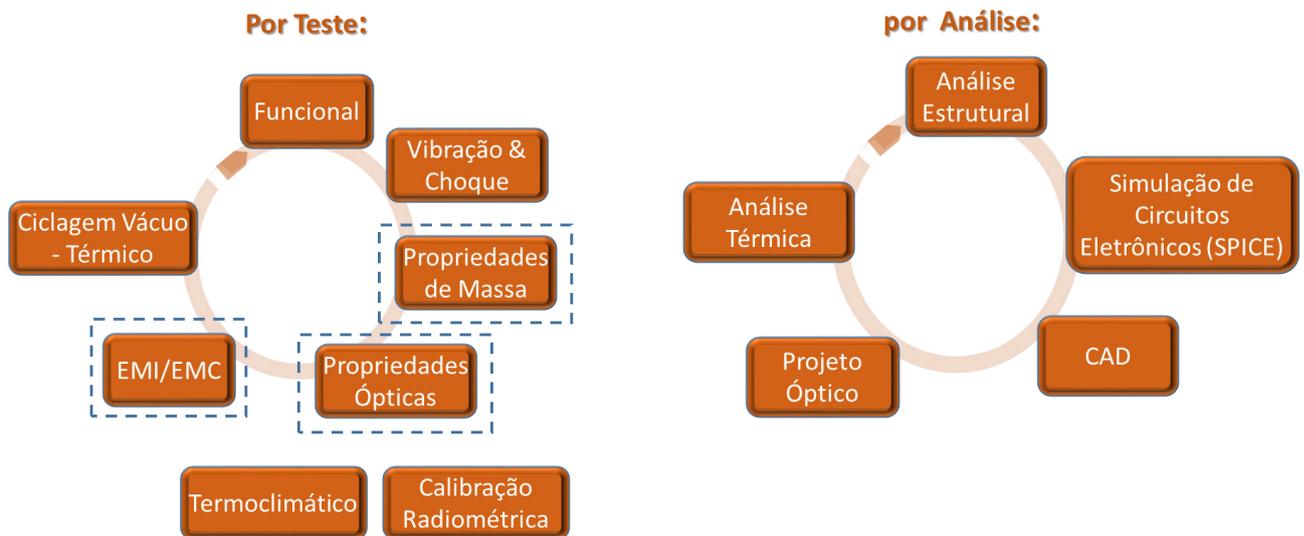


Figura- 3. Sistema de Verificação & Validação que regula as atividades do Projeto GLOW. As Análises, geralmente, antecedem os Testes; neste sentido, as análises são destinadas aos procedimentos de Verificação e os Testes são voltados aos procedimentos de Verificação (comprova a análise) e Validação.



3 PLANO DE DESENVOLVIMENTO

Conforme mencionado na Seção anterior, o objetivo do atual Plano de Desenvolvimento é identificar e estimar recursos às atividades necessárias para que o projeto GLOW possa evoluir para subsequente fase (fase D) de seu ciclo de vida, conforme mostrado na Figura 1. Fazendo uso da nomenclatura estabelecida na Seção 1.3.2, o projeto GLOW será fisicamente (em termos de *hardware* e *software*) representado pelo escopo de um sistema típico da área espacial.

3.1 ELEMENTOS DA ARQUITETURA DO SISTEMA

A Figura 4 exibe os elementos da arquitetura do sistema. O instrumento GLOW, elemento principal do sistema, caracteriza-se como um módulo físico único (em termos de *hardware*), porém compartimentalizado em dois subsistemas: (a) Subsistema Óptico e de Detecção de sinal (SOD), que compreende os canais eletro-ópticos para detecção do sinal de airglow e um mecanismo obturador de luz solar; (b) o Subsistema da Eletrônica Dedicada (SED) para monitoramento operacional, controle, processamento e comunicação dos dados radiométricos com o computador de bordo do satélite (OBC).

O segundo elemento do sistema, que fornece suporte a um conjunto especificado de testes funcionais e de testes ambientais de laboratório (procedimentos de Verificação), também denominado por EGSE (*Electric Ground Support Equipment*) do instrumento GLOW, é constituído por dois subsistemas: (a) um computador portátil com interface externa para comunicação RS-422, incluindo um circuito dedicado de *reset* (comando de pulso); (b) um conjunto de aplicativos de software codificados em linguagem *Labview™*, tanto para verificação de funcionalidade dos subsistemas e de desempenho frente aos testes ambientais, quanto para simular a comunicação com o OBC (Computador de Bordo), particularmente importante para validação do software embutido responsável pela operação em órbita do instrumento.

Finalmente, o terceiro elemento corresponde ao conjunto de procedimentos ou arranjos experimentais que devem ser realizados para validação do instrumento GLOW: (a) calibração radiométrica da Sensibilidade (*Responsivity*) dos fotosensores (CAL-S); (b) verificação (ou calibração, se necessário) das curvas de Transmitância espectral dos filtros ópticos (CAL-T); (c) calibração de sensores de monitoramento, a saber, os microcircuitos sensores da Temperatura operacional do instrumento e o LED interno para aferição da degradação dos fotosensores em operação orbital (CAL-M).

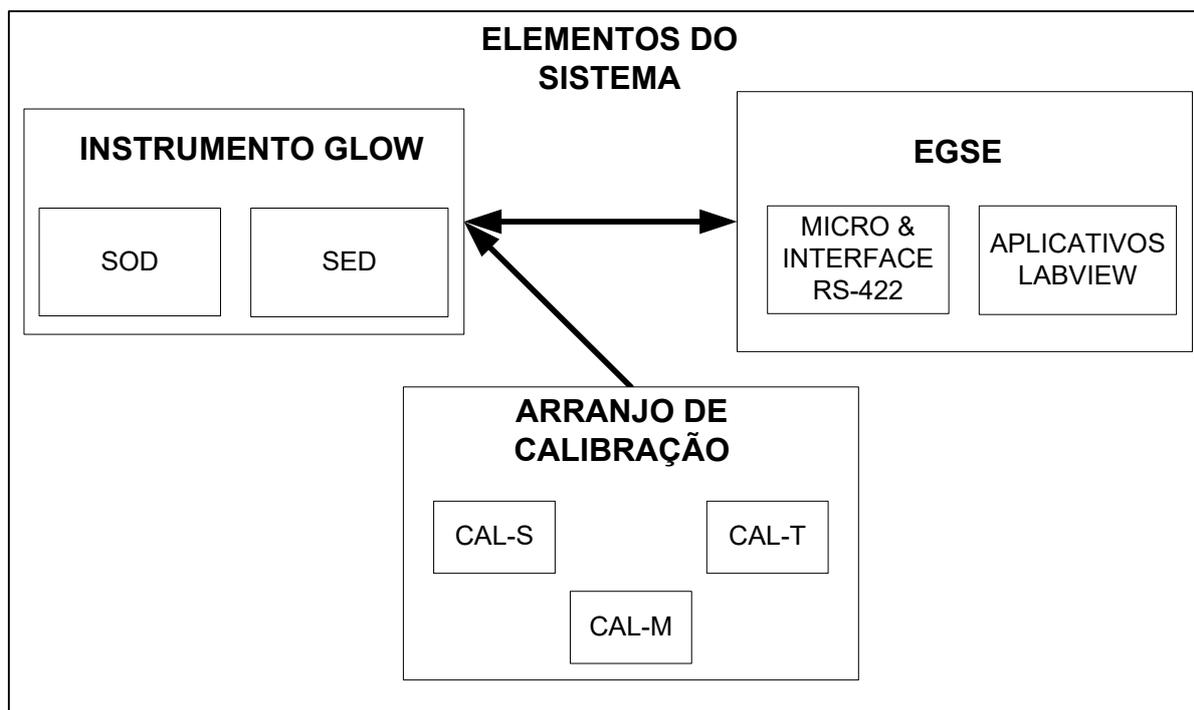


Figura- 4. Elementos de sistema e as relações de conectividade que constituem a arquitetura do sistema do projeto GLOW.

3.2 ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO

O instrumento GLOW possui um protótipo de Engenharia com Qualificação Espacial (E-QM), que se encontra em uma bancada do Laboratório de Eletrônica do prédio dos Sensores (área limpa) do INPE. Todos os testes de software, ajustes dos circuitos de monitoração da funcionalidade do instrumento (*housekeeping*), calibração radiométrica do instrumento e testes & procedimentos ambientais aqui mencionados são realizados nesta unidade.

O instrumento GLOW possui a sua versão embarcável (Modelo de Voo, FM) mantida em ambiente de sala limpa do prédio Laser do INPE, com as variáveis ambientais temperatura e umidade em permanente controle. O modelo FM do GLOW está sujeito a um rigoroso controle de seu manuseio e dos testes funcionais e ambientais passíveis a serem realizados.

O presente Plano de Desenvolvimento lista, com algum detalhe, as ações necessárias para concluir o processo de Aceitação do instrumento GLOW (vide Figura 1). Tais ações podem ser organizadas em três subconjuntos de tarefas, cronologicamente denominadas de etapas, e com eventos de revisão entre elas. As etapas são denominadas de: (1) Documentação, (2) Qualificação Avançada e (3) Aceitação (propriamente dita). A seção seguinte estabelece os eventos de revisão associados ao final de cada uma destas etapas.



3.3 EVENTOS DE REVISÃO

A atualização do projeto GLOW, com o objetivo de prepará-lo para fase de Integração e Testes (fase D), deve empregar o seguinte conjunto de eventos de revisão:

- DR – Revisão de Documentação (*Document Review*);
- Δ -QR – Revisão de Qualificação Avançada (*Δ -Qualification Review*);
- AR – Revisão de Aceitação (*Acceptance Review*)

É importante salientar que o presente Plano do Desenvolvimento do Projeto GLOW prescinde dos eventos de revisões de fase MDR, PDR, CDR e QR, conforme se depreende do seu ciclo de vida exibido na Figura 1. Nas seções seguintes, são descritas as ações necessárias para avançar as etapas de desenvolvimento.

3.4 ETAPA DE DOCUMENTAÇÃO (DR)

O objetivo fundamental desta etapa é formatar e configurar no procedimento padrão da missão EQUARS os documentos de Gerenciamento, os documentos de Produto, os documentos de Fabricação, os documentos de Verificação e os documentos de Garantia do Produto que conduziram o ciclo de vida do projeto GLOW. Este processo culmina com a avaliação do nível de prontidão tecnológica (TRL) do instrumento GLOW, de acordo com a classificação apresentada em [DR-4].

Conjuntamente, nesta etapa, devem ser elaborados os Documentos de Especificação que estabelecem a logística (sequência, níveis, recursos, cronograma) dos seguintes testes/procedimentos adicionais (Verificação) que devem ser realizados no instrumento GLOW (vide Figura 4):

- Testes de Compatibilidade e Interferência Eletromagnética (EMC & EMI);
- Procedimento de Verificação da Massa e dos Momentos de Inércia;
- Procedimento de Verificação das Propriedades Ópticas (emissividade e absorvidade);
- Procedimento de calibração dos sensores de temperatura operacional do instrumento, por intermédio de Testes Termoclimáticos em pressão atmosférica, com variações em uma faixa restrita de temperatura.

Também, nesta etapa, deve ser planejada a conclusão do software embarcado (operação do instrumento em órbita), embora que tal atividade seja dependente de uma definição mais detalhada a respeito do protocolo de comunicação do subsistema OBC da plataforma EQUARS. Faz-se importante registrar que o software embarcado é verificado através da gravação de uma memória EPROM em bancada, que é um procedimento não mais usual, porém confiável. Esta memória EPROM é, então, instalada em um soquete tipo *saver* presente na interface eletrônica de controle e comunicação (ICDH) do instrumento GLOW. Assim, o software embarcado, com o auxílio do EGSE do instrumento, é verificado. Quando o software embarcado atingir o seu nível de validação, o instrumento GLOW requer a gravação de uma PROM com qualificação espacial, cujo conteúdo poderá ser verificado da mesma forma que o procedimento adotado para EPROM. Em um momento

EQUARS	EQUARS-4433-PLN-001-A Plano de Desenvolvimento do GLOW	
--------	---	---

final, deve ocorrer a sua instalação (montagem qualificada) na interface ICDH do Modelo de Voo (FM).

A etapa termina com um evento de revisão, denominado de Revisão de Documentação (DR).

3.5 ETAPA DE QUALIFICAÇÃO AVANÇADA (Δ -QR)

O objetivo fundamental desta etapa é a conclusão do software embarcado. É importante enfatizar que um conjunto de sub-rotinas desenvolvidas em linguagem Assembly 8051/8052, verificadas e validadas, operam o instrumento GLOW em processos de testes funcionais, ambientais e de calibração. No entanto, o software embarcado, para operação orbital do GLOW em processo de obtenção de dados (software embutido em memória do tipo PROM), deve ser concluído depois que se especifica, em definitivo, o protocolo de comunicação de dados (pacote de dados) com a interface do Computador de Bordo (OBC) da plataforma satelital do EQUARS. Por exemplo, as seguintes definições, severamente dependentes desta especificação, são: a lista dos comandos de bordo (*time-tagged*) para atender às demandas operacionais dos instrumentos; a lista dos comandos de solo (telecomandos) para alterar parâmetros ou modos operacionais de funcionamento dos instrumentos; a frequência do *pooling* para transferência de dados entre os instrumentos e o OBC; o tamanho (em bytes) do *frame* de transmissão e recepção; a codificação de *frames* do tipo *No-data*; o algoritmo de identificação e cálculo de erro no *frame* de recepção; a codificação de *clock* utilizada para 'carimbar' cada *frame* de recepção; entre outros mais específicos. Neste contexto, o software embarcado, em sua versão final, nada mais é que a organização desse conjunto de rotinas validadas, tendo como *driver* um protocolo de comunicação definido, em uma sequência de atividades síncronas e assíncronas que permite a operação orbital do instrumento.

Nesta etapa, uma verificação minuciosa deve ser empreendida em componentes de *hardware* que apresentem elevado risco de degradação. Neste sentido, ressalta-se o controle periódico da qualidade dos filtros de interferência utilizados para seleção das emissões de airglow. Os filtros banda passantes são muito suscetíveis aos efeitos de variações ambientais de curto e longo prazo (umidade, temperatura, particulados etc.). Neste sentido, a degradação destes filtros deve ser monitorada por intermédio da calibração radiométrica periódica (Transmitância e Sensibilidade), utilizando-se de uma fonte de radiância espectral calibrada e estável (uma fonte de radiância com estas características foi adquirida recentemente no INPE) e de um monocromador de varredura espectral. Em caso de degradação superior a 20%, deve-se proceder à sua substituição. Assim, novos filtros poderão ser adquiridos, em substituição aos filtros em processo de degradação ora instalados nos canais fotométricos do Modelo de Voo (FM).

Conjuntamente, nesta etapa, devem ser realizados os testes/procedimentos adicionais do instrumento GLOW, conforme especificação planejada na etapa anterior (Seção 3.4). Os resultados devem ser reportados e eventuais falhas devem ser resolvidas.

A etapa termina com um evento de revisão, denominado Revisão de Qualificação Avançada (Δ -QR).



3.6 ETAPA DE ACEITAÇÃO FINAL (AR)

O objetivo fundamental desta etapa é a validação do software embarcado. Também, os procedimentos de calibração da sensibilidade radiométrica absoluta dos canais fotoelétricos e a Transmitância dos filtros destacam-se como atividades fundamentais nesta etapa, com o objetivo de validar os produtos de dados de airglow, conforme explicitado no documento [DA-2].

A etapa termina com um evento de revisão, denominado Revisão de Aceitação (AR), na qual se atesta que o equipamento está apto para iniciar a fase D do projeto GLOW.

Os testes ambientais de Compatibilidade e Interferência Eletromagnética podem ser realizados durante as atividades de integração do equipamento com a plataforma de satélite (fase D), por intermédio da equipe responsável pela integração. **(TBD-1)**

3.7 PREMISSAS, DEPENDÊNCIAS E RESTRIÇÕES

Premissas:

I. A confiabilidade do instrumento GLOW não deve ser alterada devido ao envelhecimento de seus componentes, uma vez que o Modelo de Voo (FM) está acondicionado apropriadamente, conforme mencionado na Seção 3.2, desde a conclusão de seu hardware.

Dependências:

I. É imprescindível a alocação de um técnico ou engenheiro especialista em programação Assembly 8051/8052, por um prazo determinado, para concluir o software embarcado do instrumento GLOW;

II. Para atividades bem específicas, localizadas no tempo, o projeto GLOW requer a contratação de serviço especializado de montagem de eletrônica espacial, com certificação IPC (J-STD-001F);

III. Eventuais aquisições de partes EEE qualificadas, a saber, (a) Filtros Ópticos; (b) Cristal de Quartzo (XTAL); (c) PROM *Rad-Hard*.

Restrições:

I. O instrumento GLOW utiliza-se de um subconjunto de componentes qualificados na fronteira da obsolescência. O projeto GLOW têm componentes de reposição para atender a uma eventual falha prematura destes componentes. No entanto, caso se queira construir uma nova unidade deste instrumento, um novo projeto elétrico de suas interfaces deve ser concebido.

3.8 ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (WBS)

A última versão da estrutura de atividades WBS do Projeto GLOW pode ser consultada em [DA-9].



Uma WBS específica, que atenda ao Plano de Desenvolvimento aqui concebido, deve ser discutida e apresentada na etapa de Revisão de Documentação (DR).

3.9 PLANO DE COLABORADORES

O desenvolvimento do projeto GLOW, neste atual momento, conta com a seguinte equipe:

- Delano Gobbi - Investigador Principal (CGCEA/DiDAE, INPE) (dedicação parcial);
- **(TBD-2)** Colaborador Externo ou Interno – Programador de linguagem assembly e apoio a outros projetos das cargas úteis da missão EQUARS (dedicação parcial);
- Cesar Strauss – apoio na organização e elaboração de documentos (dedicação parcial);
- Escritório de Projetos da CEA - Suporte na organização das atividades (sob demanda).

3.10 ABORDAGEM PARA AS CONTRATAÇÕES

A abordagem das contratações a serem definidas no escopo deste Plano de Desenvolvimento segue o atual modelo que regulamenta a aquisição de serviços especializados e de insumos qualificados pelo INPE.

3.11 REGULAMENTO, NORMAS, TÉCNICAS, MÉTODOS, FERRAMENTAS E MODELOS

As normas de qualificação espacial e testes ambientais devem seguir o padrão a ser adotado para a missão EQUARS. **(TBD-3)**

3.12 GERENCIAMENTO DE RISCO

A gestão de riscos para o projeto GLOW, conforme detalha o documento [DA-4], deve estar em consonância com a atual sistemática de gestão de riscos adotados para a Missão EQUARS, conforme aponta o documento [DA-13].

3.13 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES E ORÇAMENTO

O cronograma é apresentado no Anexo A. Os recursos financeiros estimados para dar sequência ao Plano de Desenvolvimento do Projeto GLOW é da ordem de R\$ 500 000.00, conforme descrição encontrada no Anexo B.

3.14 DOCUMENTAÇÃO

Todos os documentos elaborados para a continuidade do desenvolvimento do Projeto GLOW devem seguir o Plano de Documentação da Missão EQUARS, conforme recomenda o documento [DA-10].

3.15 MECANISMOS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

Ao longo da execução das atividades, estas devem ser comparadas com o presente Plano de Desenvolvimento, seus anexos e outros planos complementares.

EQUARS	EQUARS-4433-PLN-001-A Plano de Desenvolvimento do GLOW	
--------	---	---

Eventuais discrepâncias devem ser registradas e submetidas à análise da gestão da Missão EQUARS. Estas atividades devem seguir os requisitos de garantia do produto para a Missão EQUARS, conforme recomenda os documentos, [DA-11] e [DA-12].

3.16 ATUALIZAÇÃO DESTE PLANO DE DESENVOLVIMENTO

Esta seção provê a periodicidade e o critério de avaliação do presente Plano de Desenvolvimento, ou simplesmente Plano. Neste sentido, a avaliação do Plano consiste em examiná-lo por dois pontos de vistas distintos:

- o conteúdo do Plano (inicialmente e após a revisão); e
- o uso e a gestão do Plano.

A metodologia utilizada para avaliar o Plano inclui a revisão da documentação e a observação da implantação do processo.

Nos marcos (eventos de revisão) do ciclo de vida do projeto, este Plano deve ser avaliado por intermédio das revisões de gerenciamento de projeto. Essa formalização visa assegurar que o projeto e as atividades planejadas evoluam conjuntamente.

Eventualmente, a revisão do Plano deve ser considerada quando:

- o escopo da missão EQUARS se tornar passível de alteração;
- as atividades de projeto sofrerem alteração no seu gerenciamento, planejamento e implantação;
- a missão EQUARS sofrer alteração nos procedimentos e normas seguidas;
- a missão EQUARS sofrer alteração em sua infraestrutura, segmentos ou interações; e
- houver modificação drástica em cronograma (da missão), na organização das equipes, ou nos recursos ora definidos.

O uso deste Plano deve ser avaliado em termos das atividades e responsabilidades aqui detalhadas.

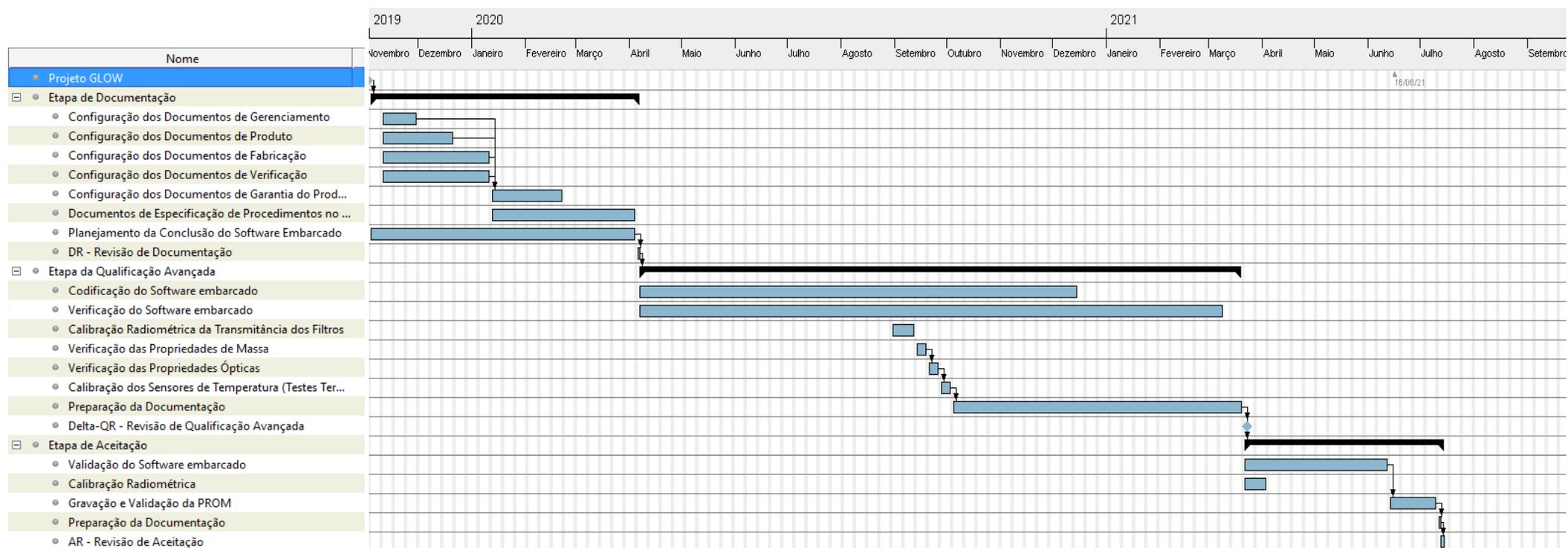
Tal avaliação trata de revisar o status de cada atividade elencada e a sua forma adequada de execução, verificando também a qualidade dos resultados e o cronograma atualizado.

EQUARS	EQUARS-4433-PLN-001-A Plano de Desenvolvimento do GLOW	
--------	---	---

LISTA DE ITENS TO BE DEFINED		
ID	DESCRIÇÃO	STATUS
TBD-1	Decisão sobre o momento adequado para os Testes EMC/EMI	Pendente
TBD-2	A contratação de serviços especializados via TI do EMBRACE ou a alocação de servidor para codificação do software embarcado.	Pendente
TBD-3	Na eventual ausência de documentos aplicáveis atualizados do Projeto EQUARS, os documentos anteriormente concebidos poderão ser referenciados.	Pendente
LISTA DE ITENS TO BE CONFIRMED		
ID	DESCRIÇÃO	STATUS
TBC		

APÊNDICE A

CRONOGRAMA DO PRESENTE PLANO DE DESENVOLVIMENTO



EQUARS	EQUARS-4433-PLN-001-A Plano de Desenvolvimento do GLOW	
--------	---	---

APÊNDICE B

ESTIMATIVA DE RECURSOS FINANCEIROS DO PROJETO GLOW

(1) Estimativa do Custo Incorrido do instrumento GLOW (atualizado para o ano de 2019)****.

[Inclui: Protótipo de Testes + Protótipo E-QM + Modelo de Voo (FM) + EGSE]

Fonte de Recursos	Data	Custo (R\$) (C)	Fator US\$ (f ₁)	Fator R\$ (f ₂)	Atualizado* (Conversao ₁) (R\$)	Atualizado** (Conversao ₂) (R\$)	Custos Parciais (CP) (R\$)
INPE/Funcate (01.06.142/2008)	12.2008	730.000,00	30%	70%	360.190,00	910.560,00	1.270.750,00
Fapesp (2008/57866-1)	03.2011	115.523,00	100%	0%	267.057,00	-	267.057,00
CNPq (560004/2010-9)	10.2011	118.000,00	20%	80%	48.920,00	147.640,00	196.560,00
INPE/Alter 01.14.088.0/2013	xx.2013	~70.000,00	100%	0%	131.670,00	-	145.090,00
INPE / Partes EEE de outras missões satelitais & resinas e tintas qualificadas	xx.2012	~150.000,00	100%	0%	409.820,00		409.820,00
Custo INPE (especificação, gerência técnica, <i>design</i> , EGSE, testes, software embarcado etc)	Os seguintes custos não serão estimados: equipe INPE & Bolsas PCI; Testes de Qualificação; Uso de laboratório de montagem (sala limpa); Serviços de pintura, <i>coating</i> ; serviços de manufatura das partes mecânicas.						Não Computado (Δ)
CUSTO TOTAL							2.275.857,00 + Δ

* Variação do índice Dólar - Taxa de Câmbio Livre de Venda (Conversao₁)

** Variação do índice IGP-DI - Índice Geral de Preços (Conversao₂)

$$CP = Conversao_1(C \times f_1 / 100) + Conversao_2(C \times f_2 / 100)$$

<https://calculoexato.com.br/>

EQUARS	EQUARS-4433-PLN-001-A Plano de Desenvolvimento do GLOW	
--------	---	---

(2) Estimativa de Custos para o presente Plano de Desenvolvimento.

- | | |
|--|---|
| - Partes EEE (novos filtros de interferência óptica, XTAL 7.372800 MHz, PROM <i>Rad-Hard</i>) | [200.000,00 R\$] |
| - Testes & Procedimentos ambientais complementares | [Custo INPE, aproximado, 50.000,00 R\$] |
| - Serviços relativos à Finalização do software embarcado & Montagem de Eletrônica Qualificada | [250.000,00 R\$] |

TOTAL PREVISTO: 500.000,00 R\$