



Planos de Observação em Barragens Agrícolas

O Papel do LNEC

Sumário

- > Introdução
- > Observação de barragens de aterro
 - Planeamento
 - Inspeções visuais
 - Sistemas de Observação
 - Distribuição dos equipamentos
 - Frequências das leituras
- > Papel do LNEC
 - Recolha dos dados de observação
 - Manutenção e exploração do arquivo informático

Introdução

> Conceitos de *risco*

- Entidades governamentais - *exigências regulamentares*
- Serviços de protecção civil - *sistemas e medidas de segurança* (planeamento de emergência e gestão de crises)
- Donos de Obra - avaliação da *exposição ao risco* das obras e estabelecimento de *prioridades de intervenção*
- Apreciação da *aceitabilidade* do risco
- Avaliação de *estratégias alternativas de mitigação*
- Meio para *comunicação* ao público em geral e às autoridades

Introdução

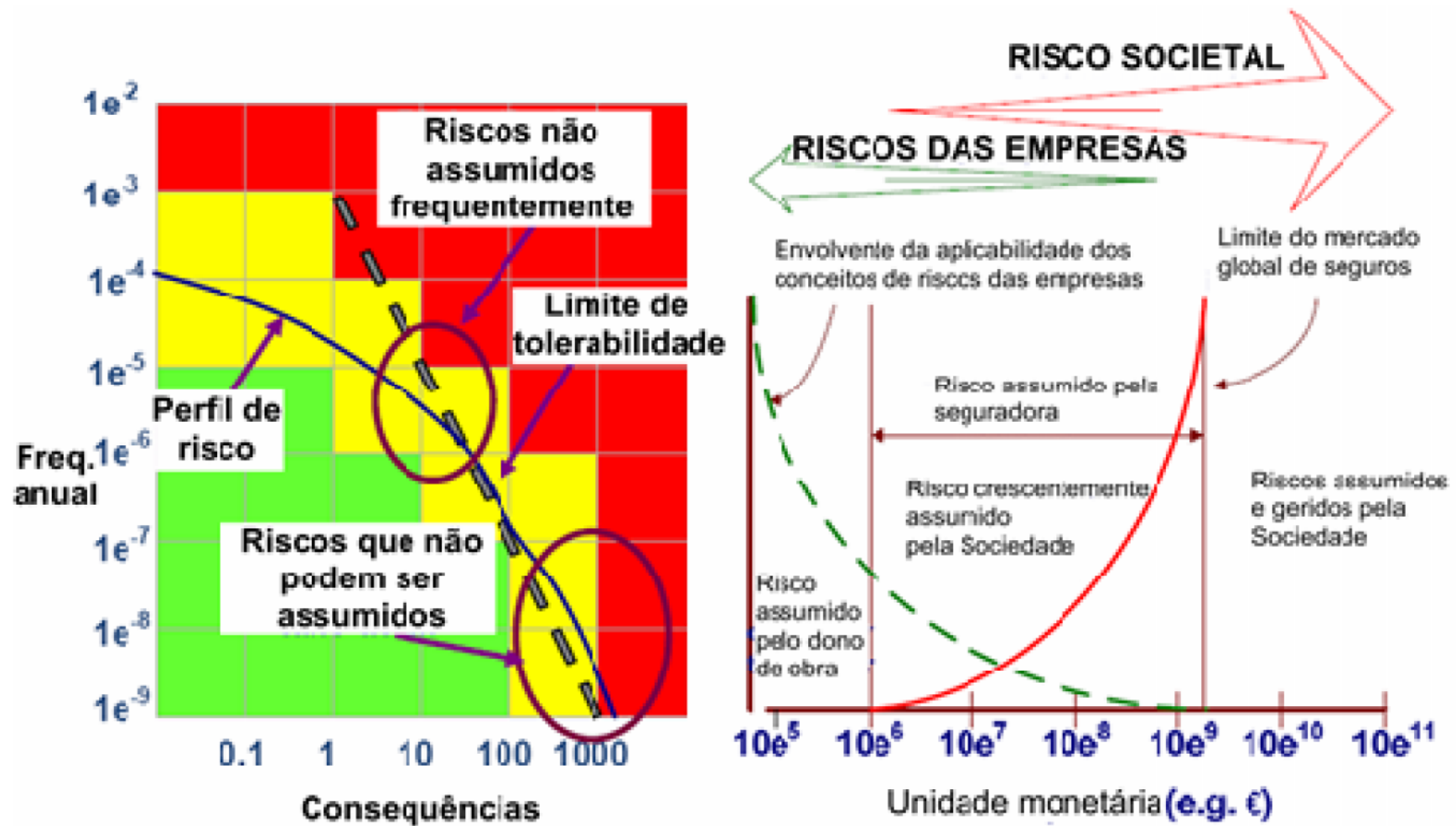
> Governação do risco

- Responsabilidade dos *Governos* (através de directivas, de regulamentos e de normas)
- *Donos de Obra* que exercem actividades geradoras de risco

> Considerações abrangentes de **âmbito social**

> O *Estado* deve intervir para *regular* o risco

- Necessidade de progresso económico, social e tecnológico
- Filosofia de "*risco zero*" ou de "*segurança garantida*" - riscos *controlados, mas não eliminados*
- Evolução da Sociedade do *aceitável* para o *tolerável*



Minimização da probabilidade de ruptura

- > *Boa prática* de engenharia
- > Técnicas de *observação* e de inspecção periódicas
- > Trabalhos de *reabilitação* para correcção de deficiências identificadas
- > Permanente *actualização do arquivo técnico* da obra
- > Implementação de *sistemas de gestão* para assegurar a comunicação aos agentes competentes
- > *Formação dos agentes* associados à operação e à inspecção da barragem
- > Elaboração de *relatórios* (bases de dados para o melhoramento global da segurança de barragens)
- > *Manutenção*

Abordagem observacional

- > Selecção de *indicadores chave de desempenho*
- > Elaboração de um *plano de observação*
- > Avaliação das *condições mais prováveis*
- > Estabelecimento do *campo de variação* dos indicadores de desempenho
- > Definição dos *critérios de alerta*
- > Especificação de *medidas* de controlo, de mitigação e de redução de consequências (sistemas de aviso e alerta e de planos de emergência)

Abordagem observacional

Planear
Construir
Observar
Seguir
Actualizar

Observação

- > Objectivo - controlo de segurança de barragens
 - *Conhecimento continuado* do estado da barragem
 - *Detecção* atempada de anomalias
 - *Intervenção* eficaz
- > Actividades envolvidas
 - Planeamento
 - Inspecções visuais
 - Exploração de um sistema de observação
 - Compilação, análise e interpretação de toda a informação recolhida

Planeamento

> Plano de Observação

- *Grandezas* a observar (importância da obra, verificação dos critérios de projecto e controlo da segurança estrutural)
- *Fases* de construção, de primeiro enchimento e de exploração

> Plano de Primeiro Enchimento

Índice global de risco

■ Importância das obras

- *Risco* envolvido
- *Complexidade* estrutural da barragem

$$\alpha_g = EFR$$

E – associado a factores exteriores ou ambientais (*casualidade*)

F – associado à fiabilidade estrutural (*vulnerabilidade*)

R – associado às condições de ocupação humanas e económicas (*consequências*)

Factores de apreciação das condições de risco (Quadro I das NOIB, 1993)



INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

i	ASSOCIADOS A FACTORES EXTERIORES OU AMBIENTAIS (E)					ASSOCIADOS BARRAGEM - FIABILIDADE (F)				ASSOCIADOS A FACTORES HUMANOS E ECONÓMICOS (R)	
	Sismicidade (período de retorno de 1 000 anos)	Escorregamento taludes (probabilidade)	Cheias superiores à do projecto (probabilidade)	Gestão da albufeira	Acções agressivas (Clima, água, etc)	Dimensão-mento o estrutural	Fundações	Órgãos de descarga	Manutenção	Volume da albufeira (m ³)	Instalações a jusante
1	Mínima ou nula a <0,05g	Mínima ou nula	Muito baixa (barragens de betão)	Plurianual, anual ou sazonal	Mínimas	Adequado	Muito boas	Fiáveis	Muito boa	< 10 ⁵	Zona não habitada sem valor económico
2	Baixa 0,05 g < a < 0,1 g	Baixa	---	---	Fracas	---	Boas	---	Boa	10 ⁵ - 10 ⁶	Áreas isoladas, agricultura
3	Média 0,1 g < a < 0,2 g	---	Muito baixa (barragens de aterro)	Semanal	Médias	Aceitável	Aceitáveis	---	Satisfatória	10 ⁶ - 10 ⁷	Pequenos aglomerados populacionais, agricultura, indústria artesanal
4	Forte 0,2 g < a < 0,4 g	---	---	Diária	Fortes	---	---	---	---	10 ⁷ - 10 ⁹	Aglomerados populacio-nais médios, pequenas indústrias
5	a > 0,4 g	---	---	Bombagem	Muito fortes	---	Medíocres	---	---	> 10 ⁹	Grandes aglomerados populacionais, indústrias, instalações nucleares
6(a)	---	Grande	Elevada	---	---	Inadequado	Medíocres a más	Insuficientes não Operacionais	Insatisfatórias	---	

Plano de Observação (*RSB e NOIB*)

- > *Inspeções visuais*
- > Instalação e exploração de um *sistema de observação*
- > Análise do comportamento
- > Avaliação das condições de segurança da obra
- > *Adaptação* sempre que se justifique ou 20 anos após a sua aprovação

Inspeções visuais

■ Tipos:

- rotina
- especialidade
- carácter excepcional

■ Objectivos

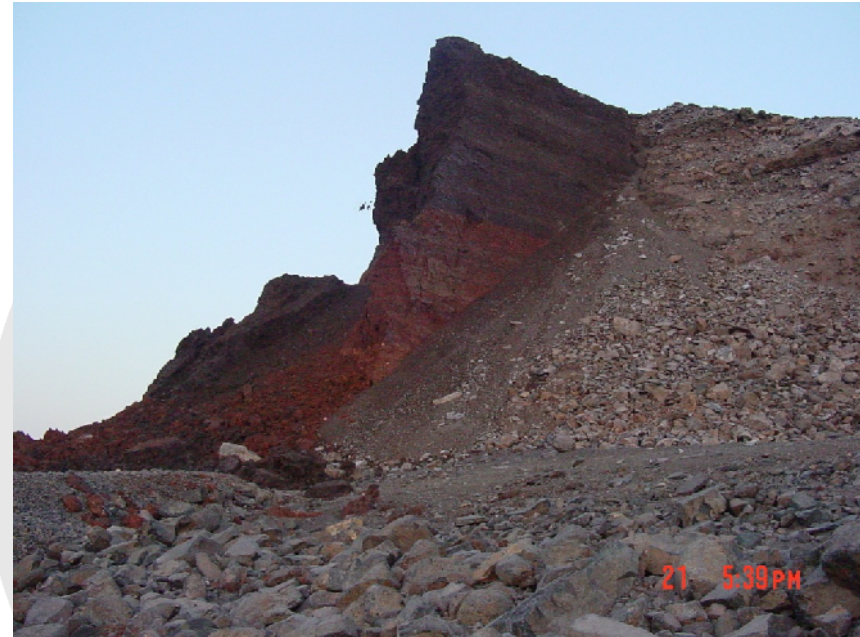
- Detecção de sinais ou evidências de *deteriorações* ou de *envelhecimento* na barragem
- Detecção de ocorrência de eventuais anomalias no *sistema de observação*

Inspeções visuais

- Objectivo das inspeções de *carácter excepcional*
 - Avaliar os efeitos de *ocorrências excepcionais*
 - *Grandes cheias*
 - *Sismos importantes*
 - *Esvaziamentos totais*
 - *Abaixamentos significativos do nível da água*
- A maior parte das deteriorações em barragens de aterro detectadas por inspeção visual
 - Obras sem sistema de observação
 - Informação do sistema de observação não convenientemente analisada



Barragem de Teton – 3 h após a detecção da ressurgência



Barragem de Zeyzoun– Brecha

Inspecções visuais

- > *Principais aspectos* a inspeccionar
 - *Fichas* de inspecção visual de rotina e de especialidade
 - *Situação de referência* (tempo seco)
- > Apresentação dos resultados
 - Preenchimento da ficha de inspecção visual
 - *Reportagem fotográfica* com os aspectos relevantes
 - *Desenhos* e esquemas
- > Resultados de inspecções de carácter excepcional
 - Descrição da *ocorrência*
 - Indícios de *deterioração* detectados
 - Avaliação sumária das *condições de segurança*
 - Indicação de *medidas correctivas* e *estudos*



Responsáveis pelas inspecções visuais

- **Inspecções visuais de rotina**
 - Agentes encarregados da exploração do sistema de observação
- **Inspecções visuais de especialidade**
 - Responsáveis pela elaboração dos relatórios do comportamento da barragem
- **Inspecções visuais de carácter excepcional**
 - Responsáveis pelas inspecções visuais de especialidade
 - *LNEC* (barragens com intervenção sistemática)

Inspeções visuais regulamentares

- > Acompanhamento dos trabalhos de construção
- > Final da construção
- > Prévia ao primeiro enchimento
- > Em cada patamar de primeiro enchimento
- > Após o primeiro enchimento



Esquema de comunicação

Autoridade e
Responsável pelas
inspecções
visuais de especialidade

Director Técnico da Obra (fase de
construção)
Técnico Responsável pela
Exploração (fase de exploração)
Comentário
Avaliação sumária das ocorrências

Agentes responsáveis pelas inspecções visuais
Relatório mensal sucinto
Relatório de pormenor

Altura da barragem (m)	Deslocamentos		Tensões totais	Caudal de infiltração	Pressões intersticiais		Precipitação atmosférica	Sismologia
	Superficiais	Internos			Piezómetros	Piezómetros sem fluxo		
<15	Obrigatório, se $IG > 15$ ou $R > 3$	-	-	Obrigatório caudal total se $IG > 10$ ou $R > 3$	Obrigatório caudal total se $IG > 10$ ou $R > 3$	-	-	Obrigatório se $IG > 9$ com $\alpha_1 = 5$
15 a 30	Obrigatório, se $IG > 10$ ou $R > 3$	Obrigatório, se $IG > 20$	-	Obrigatório caudal total	Obrigatório	Obrigatório, se $\alpha_1 = 5$	Opcional	Obrigatório se $\alpha_1 = 5$
30 a 50	Obrigatório	Obrigatório, se $IG > 10$ ou $R > 3$	Opcional	Obrigatório caudal parcial se $R > 3$	Obrigatório	Obrigatório, se $\alpha_1 = 4$	Obrigatório se $R > 3$	Obrigatório se $\alpha_1 = 4$
50 a 100	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório caudal parcial	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório se $\alpha_1 = 3$
>100	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório caudal parcial	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório

Grandezas a observar em barragens de aterro

Equipamentos de Observação

- > Fabricados por empresas especializadas
- > Executados em obra
- > Fiabilidade e disponibilidade de aparelhagem de leitura





GRANDEZA	EQUIPAMENTO
Níveis de água na albufeira	Escalas limnimétricas Células de pressão intersticial
Precipitação atmosférica	Udómetros
Deslocamentos superficiais	Marcas superficiais e marcas de referência
Deslocamentos internos	Tubos inclinométricos Baterias de assentamentos Extensómetros lineares
Pressões intersticiais	Piezómetros de tubo aberto Células de pressão intersticial
Tensões totais	Células de tensão total
Caudais	Bicas totalizadoras Medidores de caudais

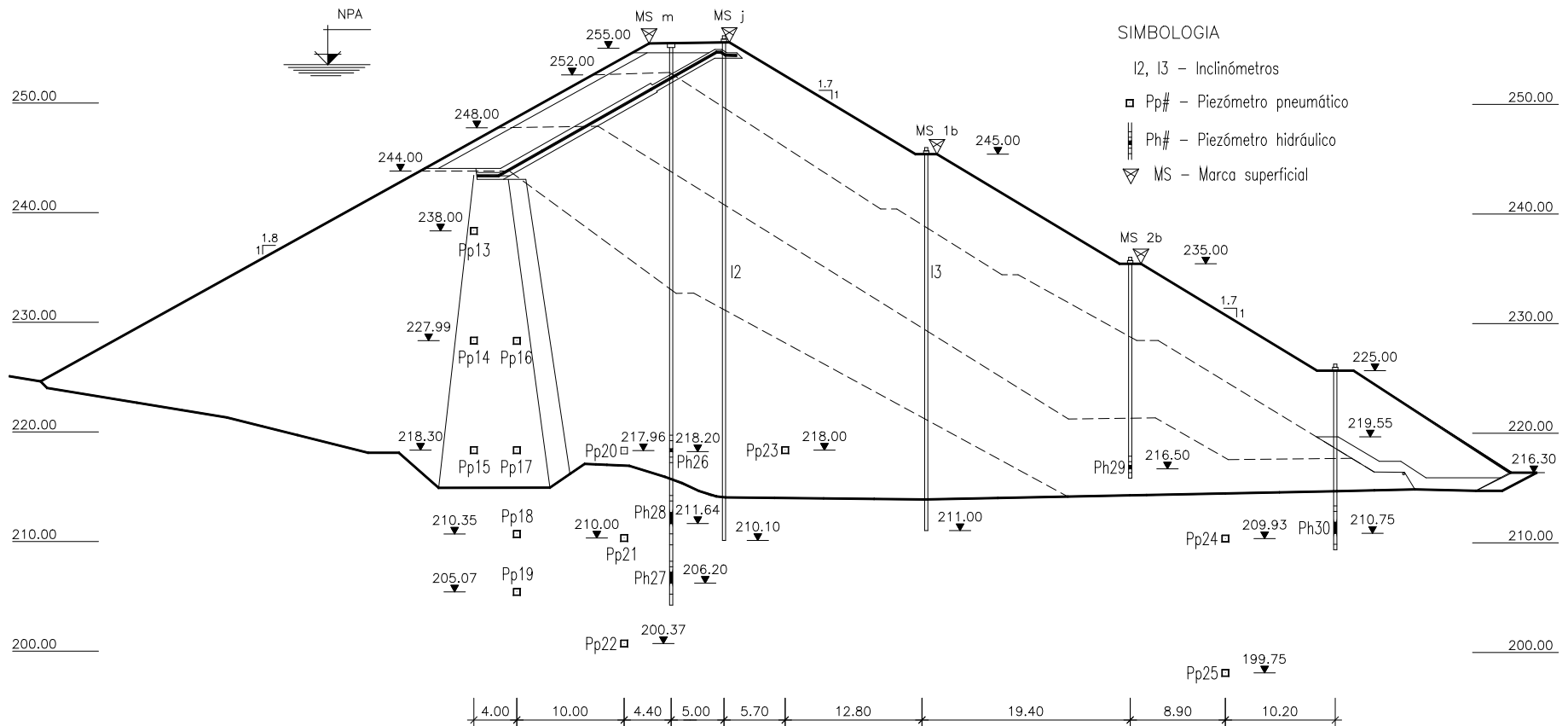
Equipamentos de observação mais utilizados



Distribuição dos equipamentos

- > Avaliação de *riscos*
 - Características da obra
 - Sintomas susceptíveis de se reflectirem nos valores das grandezas
- > Caracterização do *comportamento normal* da obra
 - Valores e evolução das *acções* (peso próprio, água da albufeira e percolação)
- > Nível da água na albufeira
- > Medidores de caudais, piezómetros e marcas superficiais (inclinómetros)

Definição das grandezas e dos equipamentos



Papel do *LNEC*

- > Rever os *planos de observação e de primeiro enchimento*
- > Controlar a *execução dos referidos planos*
- > Constituição de um *arquivo informático* dos dados dos sistemas de observação
- > *Conhecimento actualizado* do comportamento das barragens.
- > *Acompanhar o comportamento* das barragens ao longo da sua vida e elaborar *pareceres*
- > *Analisar os relatórios* após o primeiro período de exploração.
- > f) Efectuar inspecções e elaborar *pareceres após ocorrências excepcionais*



FASES	ACTIVIDADES A DESENVOLVER PELO LNEC
Projecto	Revisão do Plano de Observação <ul style="list-style-type: none">• Análise dos elementos do Projecto considerados relevantes;• Visita ao local da obra;• Reunião com o responsável pelo Plano de Observação• Elaboração de relatório
Construção	Controlo da execução do Plano de Observação: <ul style="list-style-type: none">• Acompanhamento da instalação do sistema de observação• Realização da campanha de medição de referência; Revisão das adaptações e actualizações do Plano de Observação Constituição e exploração de um arquivo informático dos dados de observação Visitas de inspecção de especialidade <ul style="list-style-type: none">• Após o saneamento da fundação• Durante a execução dos aterros experimentais• No início, a meio e no final da construção (periodicidade mínima trimestral) com a execução de ensaios de controlo e de caracterização mecânica e hidráulica Análise do comportamento da barragem Revisão do Plano de Primeiro Enchimento <ul style="list-style-type: none">• Análise do relatório do final da construção• Reunião com o responsável pelo Plano de Primeiro Enchimento• Elaboração de relatório

FASES	ACTIVIDADES A DESENVOLVER PELO LNEC
Primeiro enchimento	Inspecção prévia ao primeiro enchimento Controlo da execução do Plano de Primeiro Enchimento <ul style="list-style-type: none"> • Inspecções visuais de especialidade no início e final de cada um dos patamares de enchimento e no final do primeiro enchimento Manutenção e exploração do arquivo informático dos dados de observação <ul style="list-style-type: none"> • Campanhas de leitura no final dos patamares e no final do primeiro enchimento Elaboração de pareceres no final de cada patamar de enchimento Análise do comportamento da barragem no final do primeiro enchimento
1ª fase de exploração	Manutenção e exploração do arquivo informático dos dados de observação e conhecimento actualizado do comportamento da barragem <ul style="list-style-type: none"> • Inspecções visuais de especialidade com uma frequência anual (art. 40º) • Campanhas anuais de leitura dos equipamentos de observação Análise do comportamento da barragem no final do primeiro período de exploração
Restante período de exploração	Manutenção e exploração do arquivo informático dos dados de observação e conhecimento actualizado do comportamento da barragem <ul style="list-style-type: none"> • Inspecções visuais de especialidade com uma frequência quinquenal (art. 40º) • Campanhas quinquenais de leitura dos equipamentos de observação Elaboração de pareceres com a análise dos relatórios do comportamento
Em qualquer fase	Realização de inspecções visuais de especialidade e de campanhas de observação e elaboração de pareceres após ocorrências excepcionais ou circunstâncias anómalas Revisão do Plano de Enchimento, após esvaziamento prolongado da albufeira Elaboração de pareceres durante o enchimento após esvaziamento prolongado

Recolha de dados de observação – papel do *LNEC*

- > Inspeções visuais e campanhas de leitura do sistema de observação
- > *Papel do LNEC - formação dos agentes* responsáveis pelas inspeções visuais de rotina
 - Realização de uma *inspeção visual* - pontos a inspeccionar, comportamentos anómalos, ocorrências possíveis
 - Desenvolvimento de *fichas de inspeção visuais específicas* para a obra em apreciação
 - Preenchimento - *relato* e *referenciação* de indícios de deficiente ou anormal comportamento

Recolha de dados de observação – papel do LNEC

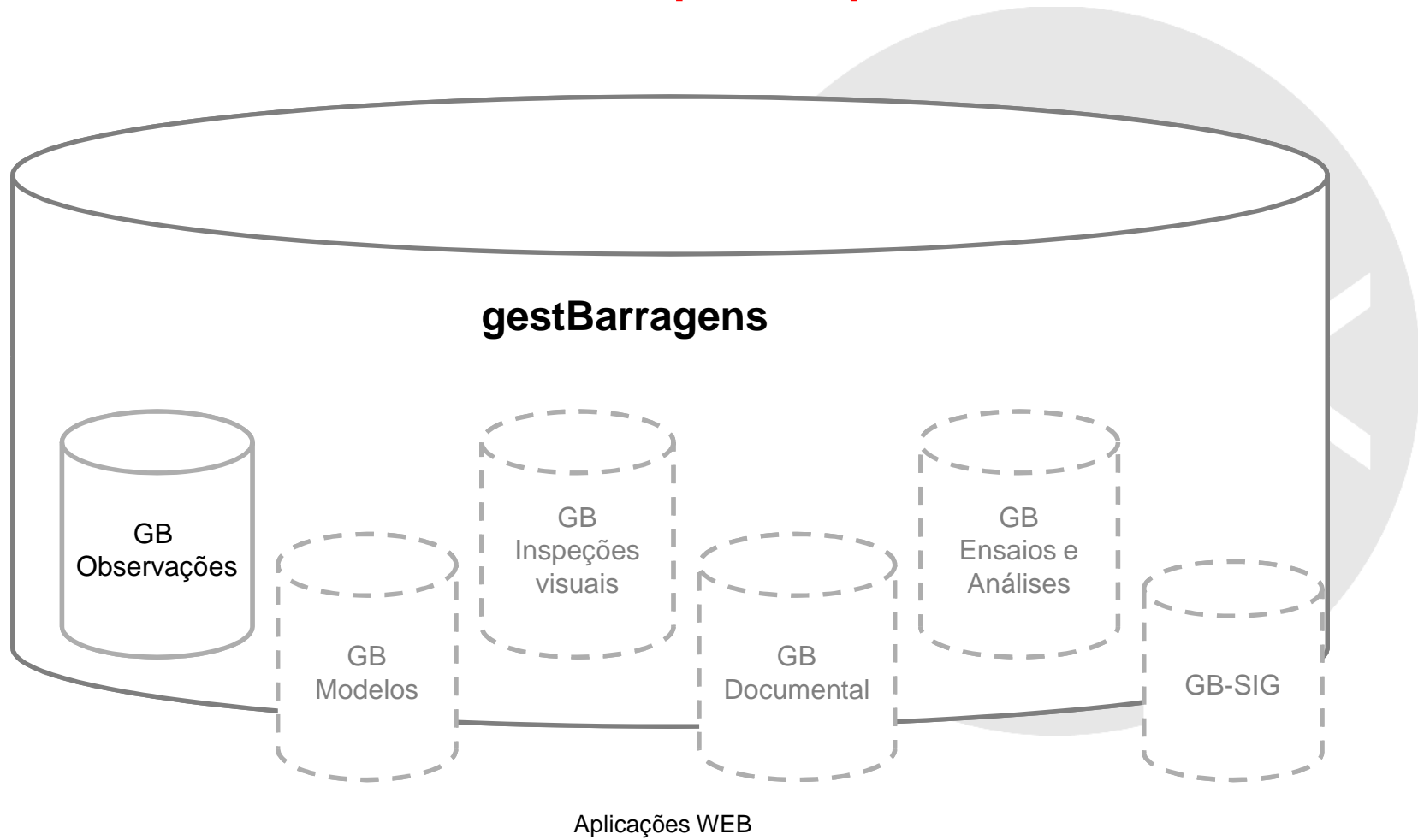
- > *Campanhas de leitura* do sistema de observação (disponibilidade de dispositivos de leitura, custos, especialização e frequência)
- > *Associação dos Donos de Obra*
 - Instalação de *equipamentos* de observação *semelhantes*
 - Constituição de *equipas de observadores*
 - Partilha de *custos associados*
- > Papel do *LNEC*
 - Apoio na *selecção dos equipamentos*
 - *Formação* das equipas de observação (procedimentos, validação dos dados, cálculos, registo e envio)



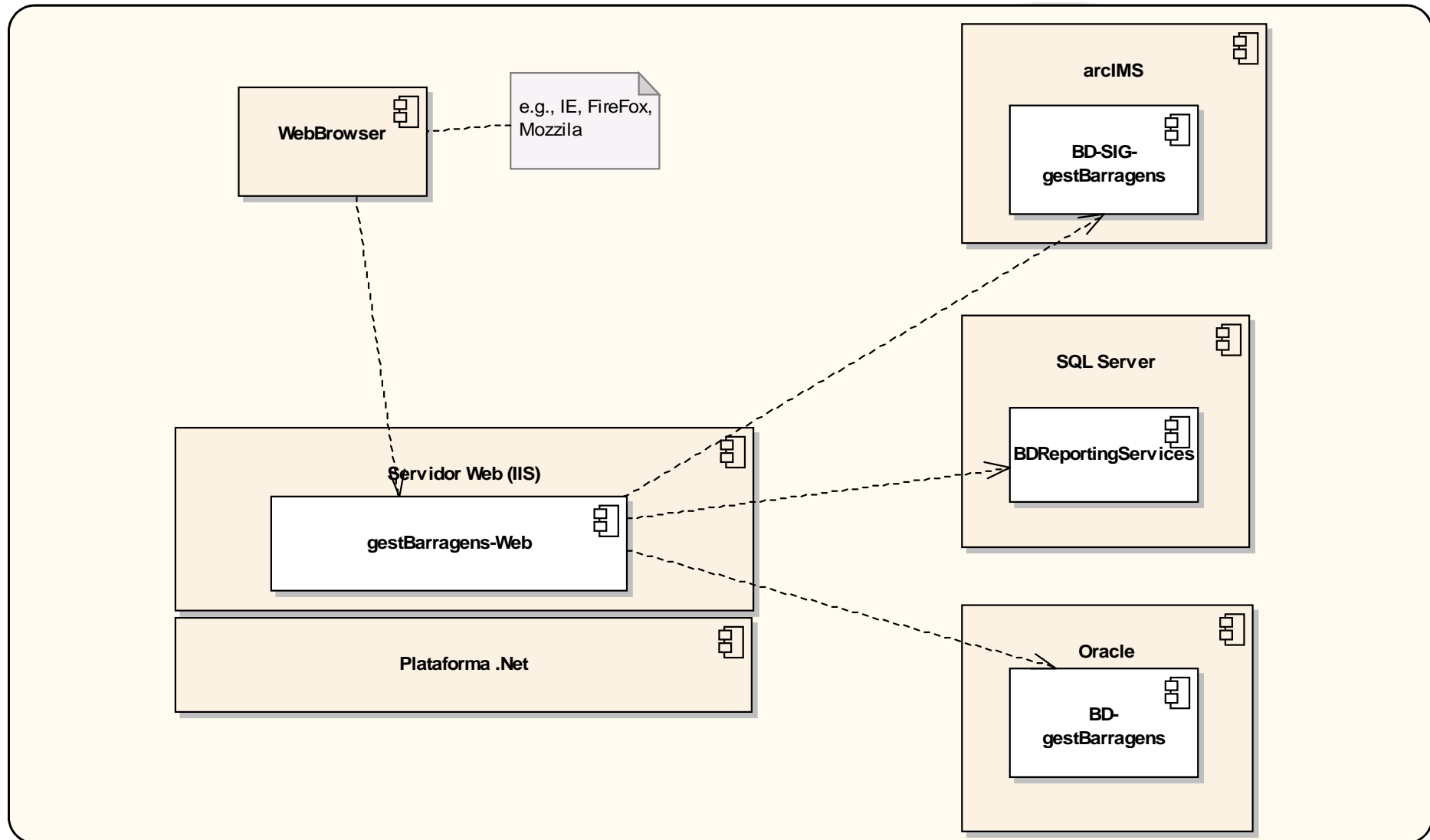
Manutenção e exploração do arquivo informático - gestBarragens

- > Desenvolvimento de um *sistema de informação integrado* para apoio das atividades relacionadas com o controlo de segurança das barragens
 - *Visualização* de dados
 - Produção de *relatórios* em texto ou em forma gráfica
- > Sistema modular, baseado na *Web* – vários utilizadores com diferentes privilégios de acesso
- > Sistema *acessível* em *intranet* ou *internet*, com mecanismos de autenticação para controlo de acesso dos utilizadores

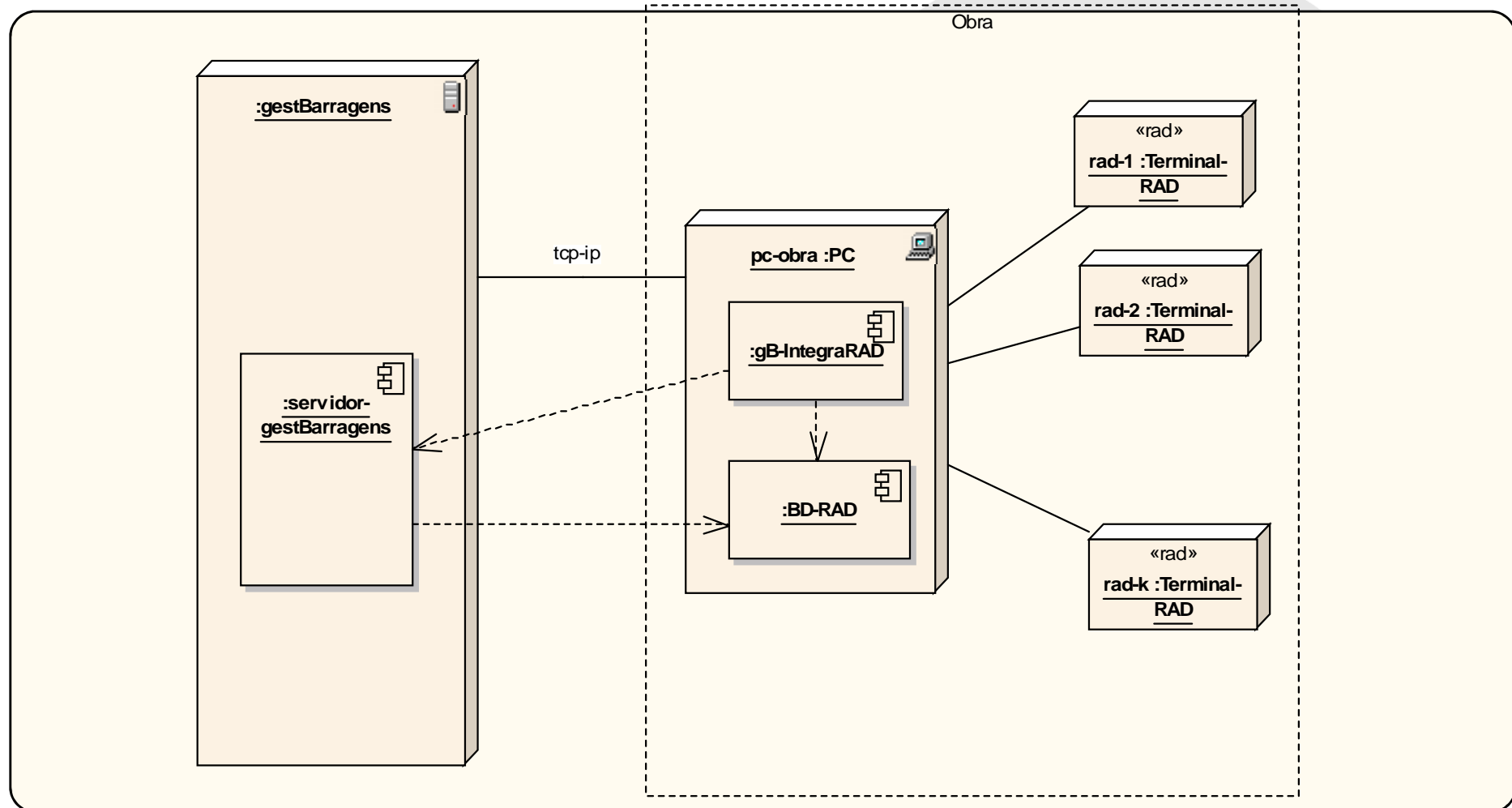
Módulos principais



Arquitectura do sistema aplicativo

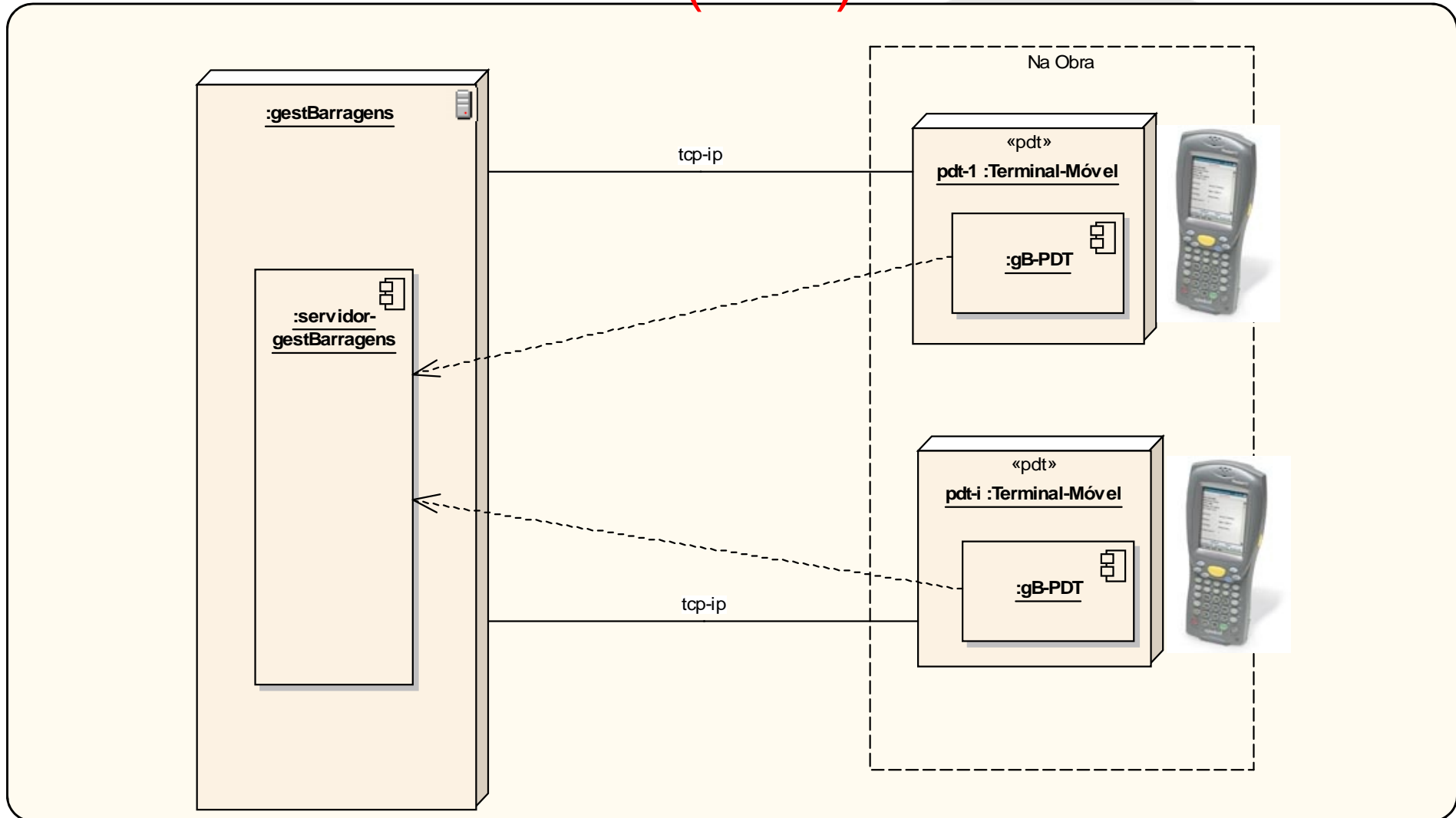


Integração com sistemas de recolha automática de dados (RAD)

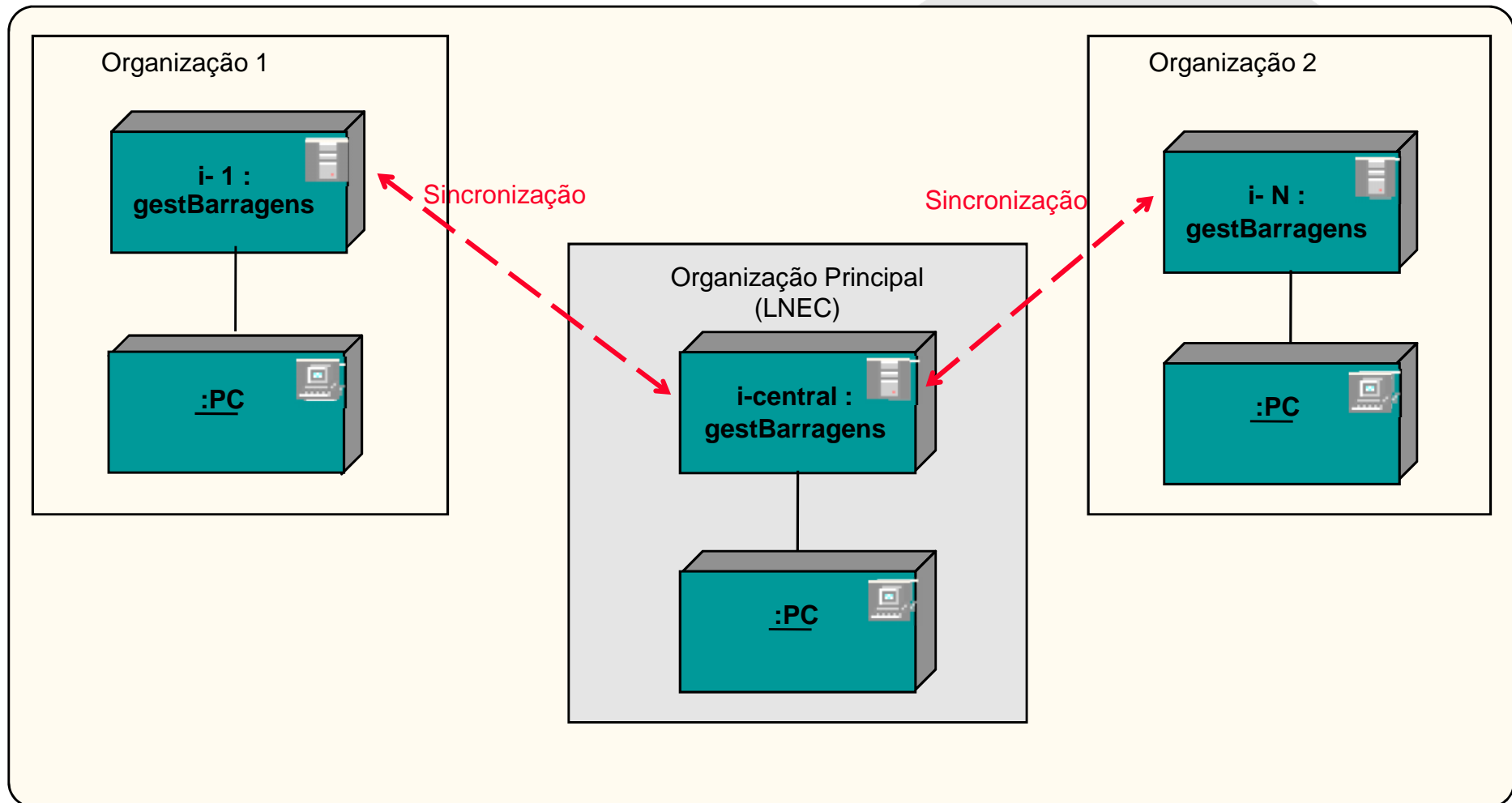




Integração com Terminais de Dados Portáteis (PDT)



Sincronização



Conceitos principais

- > **Obra:** Paradela ...
- > **Elemento:** Barragem, albufeira, central...
- > **Subelemento:** Maciço de montante, núcleo, filtro, galeria ...
- > **Tipo de instrumento:** Extensómetro, piezómetro ...
- > **Instrumento:** um instrumento específico (piezómetro n.º xxx, medidor de caudal n.º yyy ...)
- > **Campanha:** Conjunto de medições de diferentes instrumentos efectuadas durante um curto período de tempo que podem ser analisadas em conjunto

Conceitos principais

- > **Leituras:** leituras dos instrumentos (por exemplo, as resistências elétricas em células de tensão total)
- > **Resultados:** grandezas físicas relacionadas com o comportamento da barragem (por exemplo, tensões em células de tensão total)
- > As leituras e os resultados arquivados no sistema são associados com uma obra específica e uma campanha de observação específica

Autenticação de utilizadores

> Níveis hierárquicos de acesso ao sistema

● **Instância**

- **Administração** (por ex.: criação de um utilizador e definição do seu nível de acesso)

● Em cada módulo, para cada obra, existe

- **Gestor de dados** – pode configurar toda a obra (elementos, instrumentos, adicionar, alterar ou remover campanhas, etc.)

- **Técnico** – pode apenas criar campanhas, inserir leituras e consultar os resultados correspondentes

- **Utilizador registado do LNEC e Autoridade** – pode consultar e descarregar relatórios

● Cada dono de obra pode apenas consultar informação relacionada com as suas obras

Alguns dados estatísticos

- > Número de obras: 128 (barragens de betão, alvenaria, terra e enrocamento)
- > Número de campanhas de observação (em 2011/9/26): 65252
- > Número de tipos de instrumentos
 - RMD:31 (Recolha manual)
 - RAD:25 (Recolha automática)
- > Campanha de observação mais antiga: 12 Fevereiro de 1943 (barragem de Santa Luzia)

Interface de boas vindas



The screenshot shows a web browser window displaying the GestBarragens application interface. The browser's address bar shows the file path: `file:///C:/Users/tcastro.dbb-tcastro-p3/Documents/Gestbarragens/Robin%20Charlwood/GestBarragens%20-%20Sistema%20Integrado%20de%20Gestã`. The interface has a blue header with the title "GestBarragens" and a navigation menu with tabs: **Begin**, Support, Monitoring, Geodesic monitoring, Models, Documents, and Visual Inspections. The main content area is divided into three columns:

- Support:** Contains links for "RT - Register of anomalies" and "gBDiagr V3.2 (July 2009)".
- Links:** Contains links for "LNEC", "EDP", "IST", "INESC-ID Portugal", and "Large Dams in Portugal (CNPGB)".
- Site Tree View:** A tree structure showing folders: GestBarragens, Início, Suporte, Observações, Observações Geodésicas, Modelos, Utilizadores BD, Documental, SIG, and Inspeções Visuais.

The central "Welcome to GestBarragens!" section features the LNEC logo and a large graphic showing a 3D model of a dam structure and a 2D cross-section diagram. Below this are three photographs of dam construction and operation, with logos for "edp", "prime", and "inesc id" at the bottom. The right sidebar contains sections for "Manuals" (with links to Vol. 1, 2, 3, and a training session) and "Documents" (with links to safety regulations and design/construction rules). The footer contains the copyright notice: "© 2004 GestBarragens | Todos os direitos reservados".



Interface do módulo GB-Observações

GestBarragens - Sistema Integrado de Gestão de Barragens - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

GestBarragens - Sistema Integrado de... x PUBLICO.PT x +

http://lacerta.lnec.pt/gestBarragens/Observações@182@2.aspx

Most Visited Getting Started Latest Headlines GestBarragens RT - GestBarragens Intranet Comunicação social Mail Contratos públicos Groovespark Dropbox - Log in - Onl... Linha de Código - Tre... >>

GestBarragens Bem-Vindo(a), António Tavares de Castro! | [Início](#) | [Personalização](#) | [Encerrar Sessão](#)
Obra: [Alqueva](#) / Elemento: -

[Início](#) [Suporte](#) [Observações](#) [Observações Geodésicas](#) [Modelos](#) [Documental](#) [Inspeções Visuais](#) [Fotografias](#)

Observações

- Gerir Tipos de Instrumentos de Leitura
- Gerir Instrumentos de Leitura
- Gerir Tipos de Instrumentos Fixos
- Gerir Instrumentos Fixos
- Gerir Instrumentos RAD
- Gerir Campanhas
- Gerir Campanhas PDT
- Carregar Leituras Cel.Flu. e Temp/Niv
- Consultar Resultados RAD
- Consultar Resultados
- Carregar Estação Metereológica
- Carregar Inclínometros
- Interpretação Quantitativa
- Comparar RAD RMD
- Preparar Campanha de Observação
- Consultar Relatórios
- Sincronizar Observações

© 2004 GestBarragens | Todos os direitos reservados

Considerações finais

- > As barragens são *infra-estruturas fundamentais*, mas com *consequências catastróficas* em caso de ruptura
- > O controlo de segurança de barragens inclui o *conhecimento* adequado e continuado *do estado da barragem*, a *detecção* oportuna de eventuais *anomalias* e uma *intervenção eficaz*
- > A observação visa os dois primeiros objectivos
- > Abordaram-se os aspectos fundamentais referentes ao cumprimento do *RSB* e das *NOIB*, distinguindo-se, designadamente, as actividades a cargo do *Dono de Obra* e do *LNEC*
- > Indicaram-se *caminhos possíveis* para, com *economia e partilha de recursos*, ser garantida, com eficiência, a *segurança das barragens, activos de fundamental importância para o desenvolvimento do país*
- > Caberá aos *Donos de Obra* a *organização* de modo a usufruir dos *apoios* aqui indicados