



# 4º Congresso Rodoviário Português

## Auditoria de Segurança Rodoviária e Revisão de Projectos de Estradas

Eng. João Lourenço Cardoso  
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

**transportes e vias de comunicação**  
**transportation**

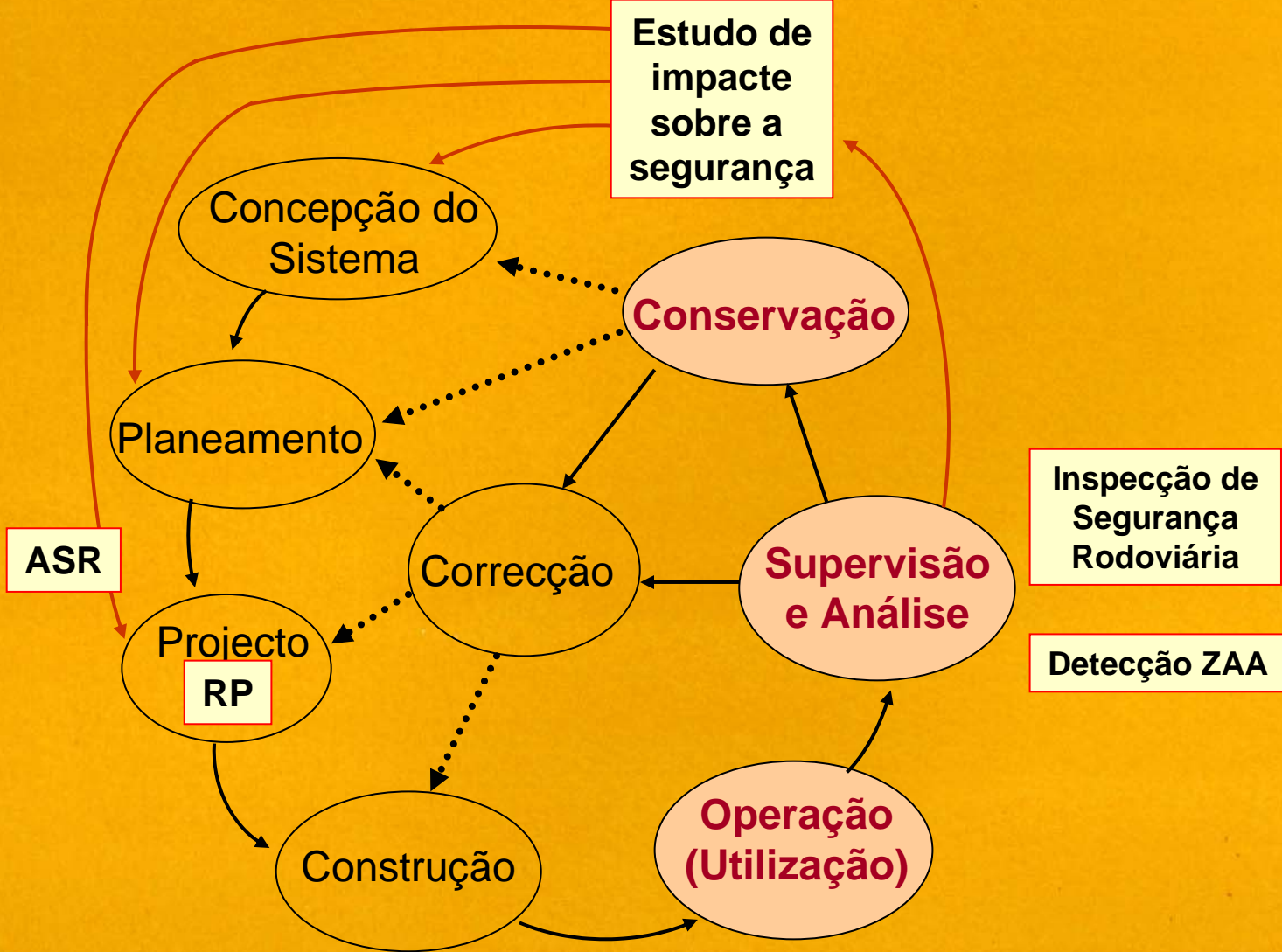


# Estrutura

- Oportunidades para melhoria da Segurança Rodoviária como parâmetro da qualidade das infra-estruturas.
- Auditoria de Segurança Rodoviária e Revisão:
  - Conceitos, objectivos, âmbito de aplicação, motivação, condições sucesso, competências, objecto.
- Exemplos de aplicação nas fases do projecto

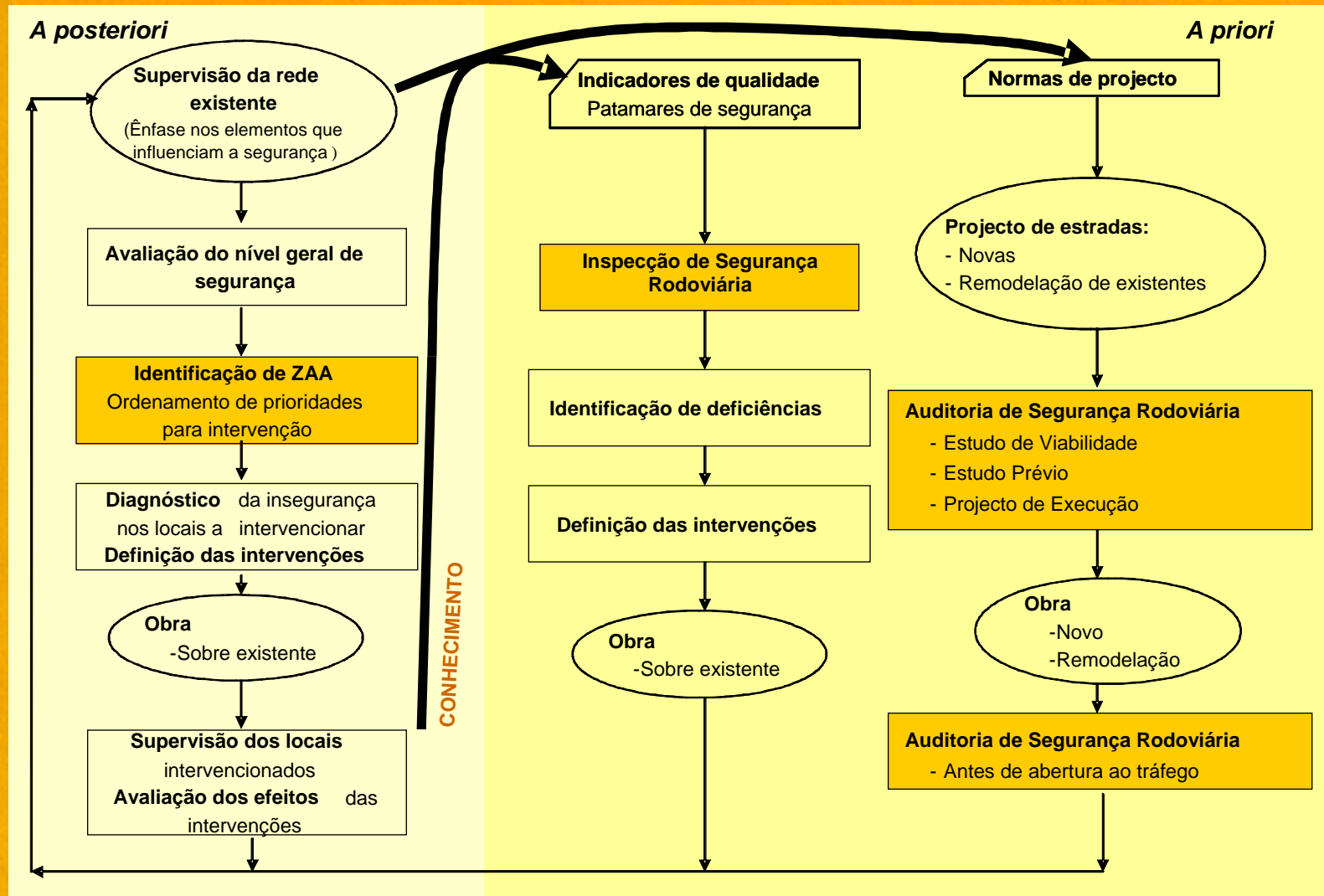


# Ciclo de vida da infra-estrutura





# Intervenção na infra-estrutura



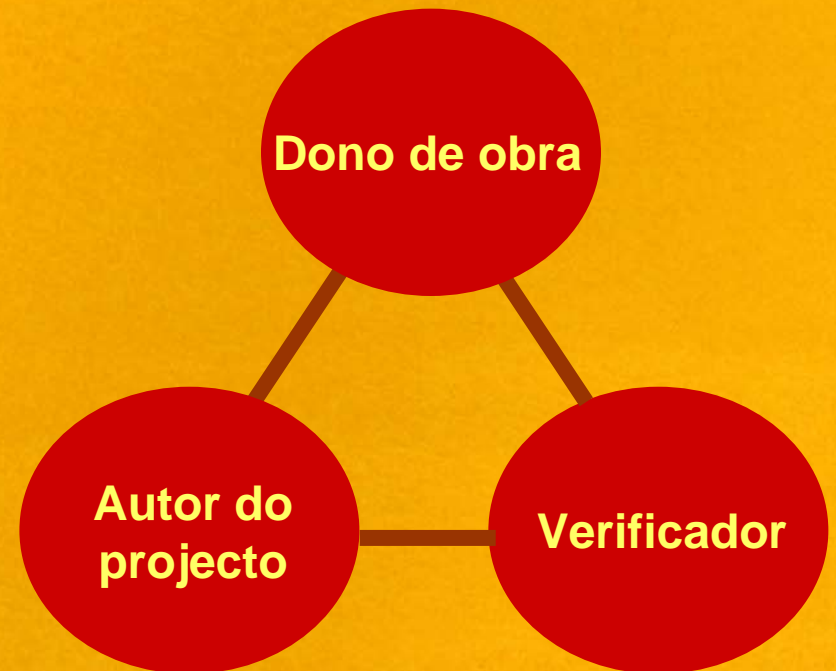


# Projecto de estradas

## Fases do projecto



## Intervenientes no projecto





**transportes e vias de comunicação**  
**transportation**



**transportes e vias de comunicação**  
**transportation**



# Auditoria de segurança rodoviária

## Definição:

- Conjunto de procedimentos destinados a incorporar os conhecimentos e informações relativos à segurança rodoviária,
  - no planeamento e projecto de estradas,
  - de modo explícito e formal,
  - com as finalidades de mitigar o risco de acidentes e de reduzir as respectivas consequências.





# Revisão

## Definição:

- Análise crítica da concepção do projecto, das peças que o constituem e do seu conteúdo,
  - que resulta na elaboração de um parecer.
  - por entidade habilitada para o efeito, contratada pelo Dono de Obra Pública a executar.
- Actividade realizada para assegurar a pertinência, adequabilidade e eficácia do que estiver em causa, por forma a atingir os objectivos estabelecidos (EN ISO 9000).



# Auditoria de segurança rodoviária

## Objectivos:

- Minimizar o risco de acidentes e as consequências dos que vierem a ocorrer (no empreendimento e nas zonas limítrofes).
  - Reduzir o custo total a longo prazo da construção e operação do trecho da rede projectado.
  - Prevenir intervenções correctivas.
  - Difundir conhecimentos no domínio da segurança entre autores de projecto e donos de obra.



# Revisão

## Objectivos:

- Assegurar que o processo se encontra completo.
- Verificar a conformidade do teor dos vários documentos elaborados aos requisitos técnicos em vigor.
- Confirmar a adequabilidade dos processos construtivos propostos.



# Auditoria de segurança rodoviária

## Âmbito de aplicação:

- A **ASR** pode ser aplicada a todos os tipos de projectos rodoviários:
  - Áreas rurais ou zonas urbanas.
  - Investimentos grandes ou pequenos.
  - Construções novas.
  - Reabilitação de infra-estruturas existentes.



# Revisão

## Âmbito de aplicação:

- A **revisão** pode ser aplicada a todos os tipos de projectos rodoviários:
  - Áreas rurais ou zonas urbanas.
  - Investimentos grandes ou pequenos.
  - Construções novas.
  - Reabilitação de infra-estruturas existentes.



# Motivação

## REVISÃO

### Em estradas nacionais:

- Conformidade às normas deve ser verificada.
- A abstracção e equilíbrio (entre segurança, conforto, economia, mobilidade e ambiente) subjacente às normas podem obrigar a situações de desconformidade, que devem ser validadas externamente.

### Em estradas locais (municipais):

- Lacunas nas normas técnicas impõem a validação das opções de projecto.

## AUDITORIA DE SEGURANÇA

### Em estradas nacionais:

- A conformidade às normas de um projecto rodoviário não é suficiente para impedir a ocorrência de acidentes.
- Óptica dos diversos utentes autorizados (veículos ligeiros, pesados, duas rodas, peões) não é garantida nas normas.

### Em estradas locais (municipais):

- Conflito entre os requisitos das normas e as restrições orçamentais e de ocupação ou uso do solo.



# Auditoria de segurança rodoviária

## Fase de realização:

**Programa base:** número e tipo de nós, traçado em geral. Análise das repercussões sobre a rede das alterações introduzidas pelo novo projecto.

**Estudo prévio:** verificações em planimetria e altimetria, geometria geral dos cruzamentos, distâncias de visibilidade. Antes da definição das faixas de reserva.

**Projecto de execução:** verificação de cruzamentos, sinalização, iluminação. Antes da adjudicação da obra.

**Antes da abertura ao tráfego:** após construção, para verificação de pormenores.



# Revisão

## Fase de realização:

- Programa Preliminar
- Programa Base
- Estudo Prévio
- Projecto Base
- Projecto de Execução.

Revisão parcial: só abrange uma fase do projecto

Revisão total: incide sobre a totalidade do projecto.





# Revisão

## Grau de execução:

- **Revisão processual e técnica sumária**
  - Mera verificação de que o processo se encontra completo, tendo em conta o tipo de obra em preparação; não se pretende a verificação exhaustiva da conformidade do teor dos vários documentos elaborados.
- **Revisão processual e técnica**
  - Verificação de que o processo se encontra completo, da conformidade do teor dos vários documentos elaborados aos requisitos técnicos em vigor e da adequabilidade dos processos construtivos propostos.
- **Revisão processual e técnica contínua**
  - Validação em contínuo das opções tomadas, em diálogo permanente com os diversos elementos do Autor de Projecto e do Plano de Obra. Verificação da conformidade aos requisitos técnicos em vigor, da adequabilidade dos processos construtivos propostos e da ausência de erros: de concepção, cálculo e dimensionamento; de definição de formas e pormenorização; de escolha de materiais; e de processos construtivos.



# Condições para sucesso

## Revisão

- Selecção de revisor apropriado.

- Revisor independente
- Disponibilização de toda a informação relevante sobre o projecto.
- Inspecção cuidadosa do local de implantação do projecto e dos elementos escritos e desenhados recebidos.
- Elaboração de um relatório escrito, fundamentado, conciso e objectivo.

- **Independência relativamente aos outros intervenientes**

## Auditoria de segurança

- Selecção de auditor apropriado.



# Competência dos intervenientes

## Revisão

- Capacidade técnica: habilitação idêntica e experiência profissional não inferior aos correspondentes elementos da equipa projectista. Igual à exigida para elaborar o projecto.
- Capacidade financeira para assumir a responsabilidade por erros ou omissões no exercício da actividade.
- Consciência de que o revisor não deve refazer a concepção do projecto, mas avaliar se a solução proposta é viável e conforme aos objectivos da obra, às condicionantes conhecidas e aos requisitos técnicos aplicáveis.

## Auditoria de segurança

- Sólidos conhecimentos em segurança, de projecto rodoviário e do comportamento dos utentes. Experiência de intervenção no estudo com pormenor de acidentes
- Conhecimento do processo formal da ASR, dos seus intervenientes e das respectivas ligações funcionais.
- Consciência de que o auditor não deve refazer o projecto, mas identificar problemas de segurança.
- Actualização dos conhecimentos.



# Objecto

## Revisão

### Peças escritas:

- Memória descritiva e justificativa.
- Medições.
- Orçamento.
- Caderno de encargos.

### Peças desenhadas:

- Traçado.
- Drenagem.
- Equipamento de segurança.
- Obras de arte.
- Paisagismo.

## Auditoria de segurança

### Peças escritas:

- Memória descritiva e justificativa.
- Caderno de encargos.

### Peças desenhadas:

- Traçado.
- Drenagem.
- Equipamento de segurança.
- Obras de arte.
- Paisagismo.



# EXEMPLOS

**transportes e vias de comunicação**  
**transportation**



# Auditoria de segurança rodoviária

## Fase: *Programa Base*



transportes e vias de comunicação  
transportation



**Expectativa de continuidade para a zona da estrada antiga:**

- Em fases posteriores, prever elementos para quebra do fluxo visual.

**Possibilidade de velocidades elevadas na Zona Urbana:**

- Tratamento das entradas
- Acalmia de tráfego no interior da zona urbana

**Viragens à esquerda:**

- da estrada principal, impedem percepção do tráfego S-N (entrada);
- para a estrada principal, originam diferenciais de velocidade tardiamente perceptíveis pelos condutores da estrada principal (sentido S-N).

> **Substituir por rotunda**

Em fases seguintes, atenção à:

- **Homogeneidade de traçado** em ambas as curvas;
- **Visibilidade** nas lombas.

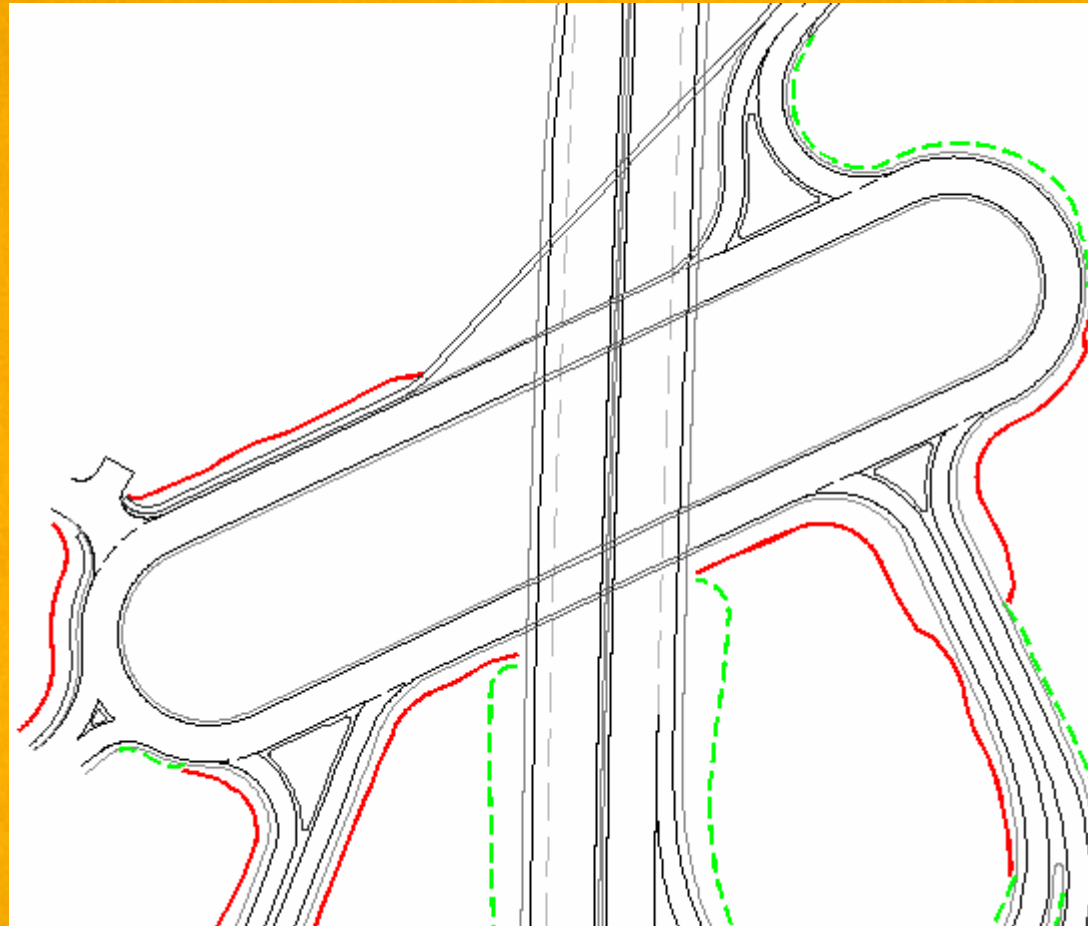
**Rotunda entre estradas de níveis hierárquicos diferentes:**

- > Desnívelar, ou
- > Substituir por ligações de nível, só com viragens à direita



# Auditoria de segurança rodoviária

## Fase: *Estudo Prévio*








Perfis transversais tipo: justificar alteração do perfil transversal de 1 faixa (2 vias) para 2 faixas (4 vias), na zona da passagem superior, e outra vez 1 faixa.

Curvas horizontais de pequeno raio: verificar homogeneidade de traçado.


Inclinação do trainel e das curvas horizontais: verificar legibilidade e visibilidade do cruzamento

Requisito normativo

S1 (Faixa única)



S2 (Dupla faixa)

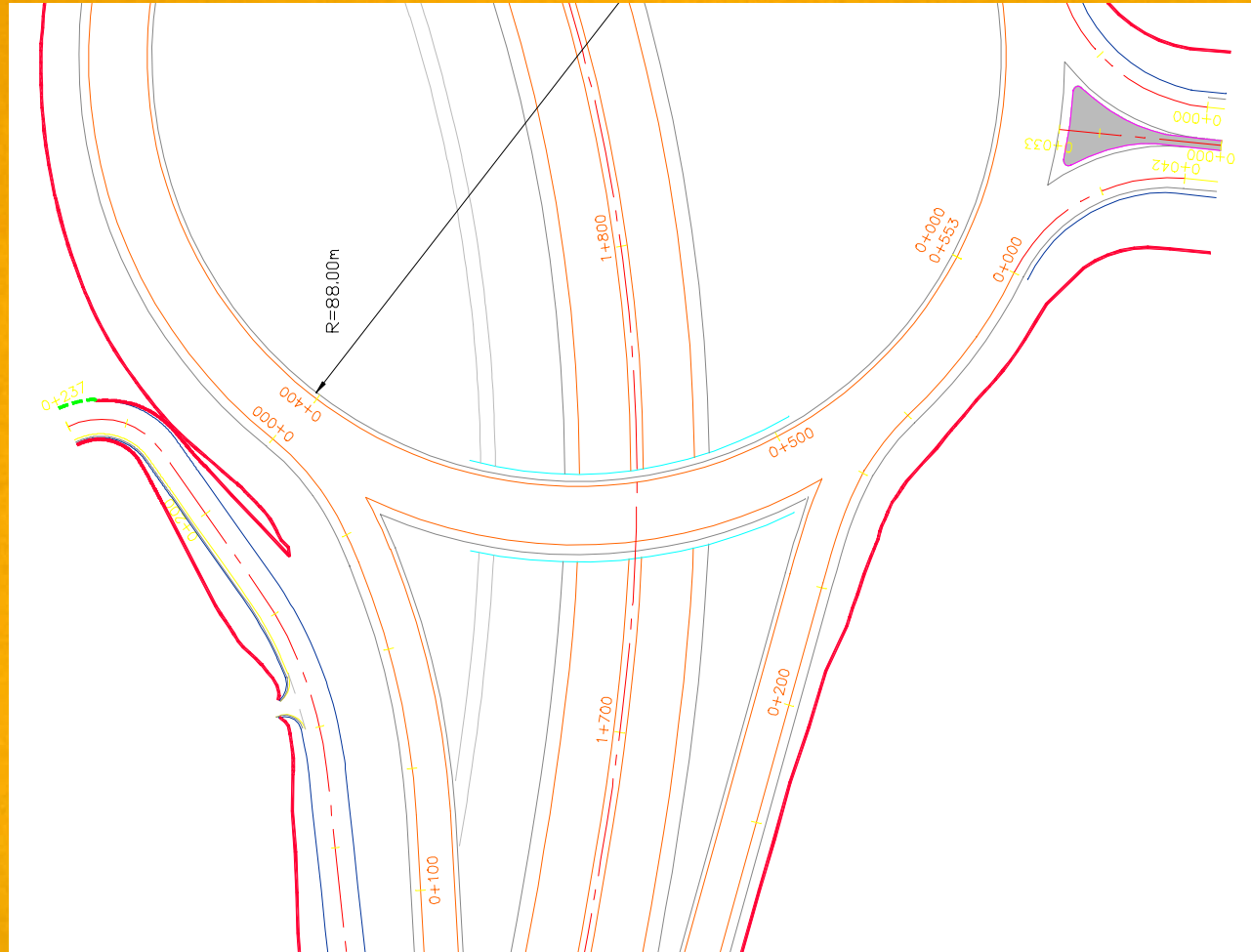


Estudo Prévio



# Auditoria de segurança rodoviária

## Fase: *Projecto de execução*





Observação Geral: instalar iluminação nocturna na zona da rotunda, para assegurar boa visibilidade nocturna

Pequena deflexão de trajectória no sentido NW-SE: alargar ilhéu central (eventual zona transitável só por veículos pesados); aumentar deflexão na entrada

Insuficiente quebra da continuidade visual nos sentidos NW-SE e SE-NW: paisagismo no passeio W e aumento do ilhéu direccional na entrada do sentido SE-NW

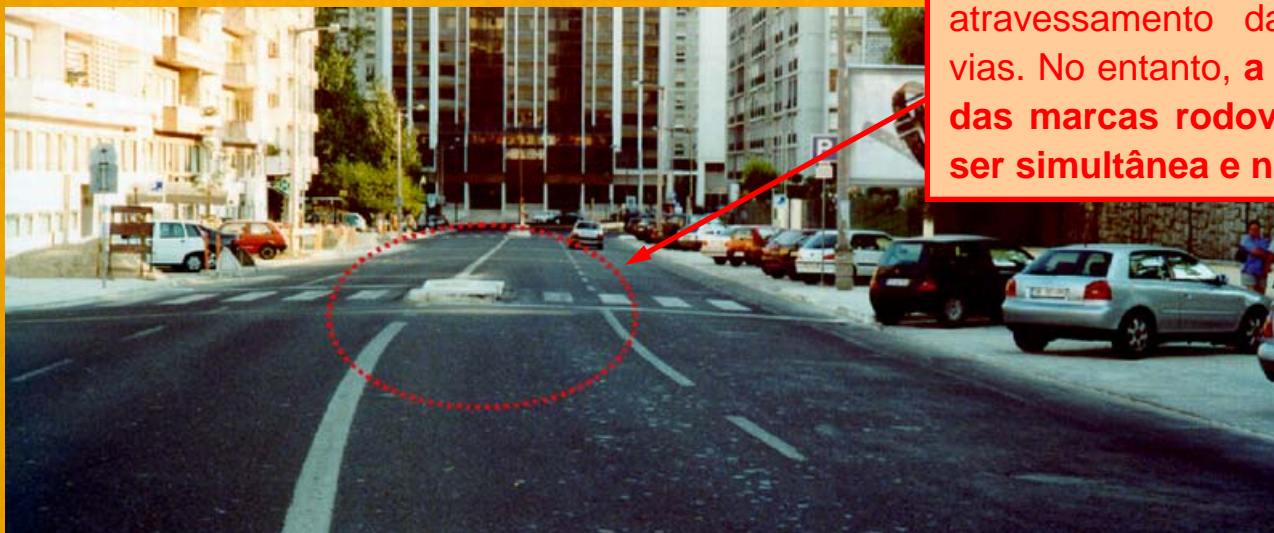


# Auditoria de segurança rodoviária

## Fase: *Antes da abertura ao tráfego*



**transportes e vias de comunicação**  
**transportation**



A construção do ilhéu de refúgio facilita o atravessamento da estrada com quatro vias. No entanto, a **execução da alteração das marcas rodoviárias e do ilhéu deve ser simultânea e não faseada no tempo.**

**Redução de largura de via demasiado curta, obriga a correcções de trajectória excessivamente bruscas, em curva**



**Linha axial contínua** junto à passagem para peões, para impedir mudanças de via de circulação na respectiva zona de aproximação.



$$c = a + b + d$$
$$c = (T \cdot S \cdot (\Omega - 10^\circ) + 3\alpha + 2 \cdot 3 \ln 11)^{\frac{1}{2}}$$





# Perguntas

**transportes e vias de comunicação**  
**transportation**