

METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA O ESTABELECIMENTO DA QUALIDADE DE PAVIMENTOS

Sarah Fortes¹, Luís Picado-Santos² e Silvino Capitão³

¹ CESUR, CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa, Portugal.

email: sarah.fortes@ist.utl.pt [http:// fenix.tecnico.ulisboa.pt/departamentos/decivil](http://fenix.tecnico.ulisboa.pt/departamentos/decivil)

² CESUR, CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa, Portugal.

³Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pedro Nunes, 3030-199 Coimbra, Portugal & CERis- CESUR (Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa)

Sumário

A falta de recursos financeiros e humanos das administrações rodoviárias tem posto em causa o acompanhamento adequado da deterioração dos pavimentos e a realização de intervenções preventivas para mitigar esse processo degenerativo na altura certa e de forma eficiente. Neste trabalho apresenta-se um procedimento expedito e de baixo custo para determinação do PCI (Pavement Condition Index, índice global de qualificação do estado dum pavimento), baseada numa simplificação da formulação da norma ASTM D6433-07 que não comprometa a precisão e a coerência dos resultados do PCI obtidos por esta norma. Conclui-se que esta metodologia poderá ser utilizada para reduzir os custos de operação na determinação do estado de conservação de infraestruturas rodoviárias.

Palavras-chave: Avaliação da qualidade de pavimentos; Simplificação da obtenção do PCI; Eficiência operacional; Gestão da conservação.

1 INTRODUÇÃO

As infraestruturas de transportes têm uma grande importância económica para as administrações pelo que têm sido alvo de investimentos avultados como forma de melhorar a sua qualidade ou manter uma qualidade de referência, dando assim resposta às exigências de uma sociedade que exige ser cada vez, mais competitiva para cumprir metas de desenvolvimento ambiciosas.

O crescimento nas infraestruturas de transporte traz exigências acrescidas às administrações que fazem a sua gestão, nomeadamente no capítulo da sua conservação, o que infelizmente e com alguma frequência não tem merecido a devida atenção, dado à escassez de recursos e o mau uso destes na conservação dessas infraestruturas.

O efeito é maior para administrações rodoviárias de redes pequenas. A falta de recursos financeiros e humanos tem posto em causa o acompanhamento adequado da deterioração dos pavimentos e a oportunidade de realização de intervenções preventivas no sentido de mitigar esse processo degenerativo na altura certa de modo a poder a concretizá-lo de forma mais eficiente.

Uma vez que a presença de degradações na superfície do pavimento aceleram o seu processo de deterioração, é essencial que estas degradações sejam identificadas numa fase inicial para que os trabalhos de intervenção na reparação do pavimento não transcendam pequenas intervenções de conservação preventiva.

Assim, é fundamental a existência de um procedimento de avaliação e monitorização da condição do pavimento, como parte integrante dum procedimento para a gestão da conservação de infraestruturas de transportes de uma entidade rodoviária, por forma a permitir uma maior racionalidade nas decisões de intervenção no pavimento.

Como resultado de avaliações periódicas do pavimento é possível otimizar os recursos necessários à intervenção na rede, mantendo níveis de condição do pavimento aceitáveis com custos controlados.

Para garantir pavimentos com qualidade, e ao mesmo tempo responder às exigências de um controle orçamental mais apertado das administrações rodoviárias, o procedimento de levantamento da condição do pavimento deverá ser consistente, fácil, rápido e a baixo custo de se obter.

Utilizar uma metodologia de determinação do estado de degradação do pavimento, baseada numa inspeção visual de degradações do mesmo pode ser o procedimento ideal quando o objetivo é determinar com precisão e a baixos custos a condição do pavimento.

O procedimento de inspeção visual do pavimento mais conhecido e amplamente utilizado e aceite por administrações rodoviárias é o da *American Society for Testing and Materials* (ASTM), em que a condição do pavimento é quantificada por um Índice de Condição do Pavimento (PCI – Pavement Condition Index). O PCI da ASTM depende do tipo, quantidade e gravidade das degradações presentes na superfície do pavimento, e o seu valor numérico varia dos 0 aos 100, onde 100 representa um pavimento novo e sem quaisquer degradações visíveis.

O número elevado de degradações do pavimento que devem ser identificadas, a forma como estas devem ser quantificadas durante as inspeções visuais do pavimento e os procedimentos que envolvem a determinação do PCI pela metodologia da norma ASTM D 6433-07 fazem este processo extenso, demorado e dispendioso.

Neste contexto, pretende estabelecer-se no decorrer deste estudo um procedimento expedito de baixo custo e que não requer qualquer investimento inicial por parte das administrações rodoviárias, para determinação do PCI de pavimentos flexíveis, baseada numa simplificação da formulação da norma ASTM D 6433-07 que não comprometa a precisão e a coerência dos resultados da condição do pavimento.

2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PAVIMENTOS

Existem inúmeras metodologias para a determinação da condição do pavimento, umas mais complexas envolvendo o levantamento das degradações da superfície do pavimento através de meios automatizados e processamento de dados por software de gestão de pavimentos como o Micro PAVERTM e o StreetSaver ou, outras mais simples em que o levantamento das degradações é realizado por meios manuais.

Cabe a cada administração rodoviária decidir qual o procedimento que melhor se adequa à sua rede de pavimentos e aos seus recursos, pois não existe uma metodologia ideal que funcione com os mesmos resultados para todas as administrações.

Um dos indicadores da condição do pavimento é o índice de condição do pavimento, PCI, como se descreveu. Para estabelecer o PCI são considerados três níveis de gravidade das degradações (*baixa, média e elevada*) e dezanove tipos de degradações que podem ser agrupadas em três grandes categorias: deformações, fendilhamento e degradação da camada de desgaste [1].

O catálogo de levantamento de degradações da norma ASTM D 6433-07 é exaustivo, o que faz desta abordagem para a determinação do PCI um processo moroso e complexo. Por isso várias administrações rodoviárias têm adotado algumas simplificações à abordagem total, nomeadamente no que diz respeito às degradações a serem identificadas durante a inspeção da superfície do pavimento e à forma como estas devem ser quantificadas. Para o efeito fazem o levantamento de apenas alguns tipos de degradações do pavimento em vez da totalidade de situações definidas na norma ASTM D6433-07 como em situações em que a administração tem mais recursos.

O Departamento de Transportes do Estado de Nova Iorque (NYSDOT) utiliza uma versão modificada do PCI, que é calculado através da subtração de pontos (valores deduzidos) para cada tipo de degradação de uma pontuação de 100 (superfície de pavimento sem degradações). O PCI da NYSDOT depende da classificação da condição da superfície, do *International Roughness Index* (IRI), das Rodeiras e do Fendilhamento pele de crocodilo. A classificação da superfície do pavimento baseia-se apenas na gravidade e extensão do fendilhamento da superfície do pavimento [2].

A GDOT quantifica a condição do pavimento através de um índice numérico, o Surface Condition Rating (SCR). O valor do SCR varia de 0 a 100, em que 100 representa uma superfície de pavimento sem degradações visíveis. Para se calcular o SCR, soma-se os valores deduzidos de todas as degradações e subtrai-se esse valor de 100. As degradações que contribuem para a determinação do SCR são: Fendilhamento associado ao carregamento, Fendilhamento em bloco, Fendilhamento por reflexão, Reparações e Covas, Desagregação superficial, Degradação da berma, Exsudação, Ondulação ao longo do pavimento e Depressões/Saliências [3].

3 ESTABECIMENTO DO PROCESSO SIMPLIFICADO PARA O USO DO PCI

Procurou-se desenvolver uma metodologia simplificada de cálculo do PCI, utilizando um conjunto reduzido de características observadas de degradação do pavimento, aquelas que se entenderam ter maior influência, para a determinação dum $PCI_{\text{simplificado}}$.

Esta metodologia simplificada resultou de um processo iterativo, onde em cada cenário foram propostas simplificações à abordagem da norma ASTM D 6433-07. Foram realizadas três tentativas para se determinar que degradações deveriam ser consideradas durante o levantamento da condição do pavimento e como quantificá-las no cálculo do $PCI_{\text{simplificado}}$. Cada hipótese proposta foi verificada através da comparação dos valores do $PCI_{\text{simplificado}}$ com os valores do PCI calculados segundo o preconizado na norma ASMT D 6433-07. A solução final adotada foi aquela em que a diferença entre os valores do $PCI_{\text{simplificado}}$ e do PCI foi mínima.

Apesar do $PCI_{\text{simplificado}}$ ser calculado com base na formulação da norma ASTM D 6433-07 existem diferenças na quantificação das degradações na metodologia simplificada proposta neste trabalho. Pretende-se, evidentemente, não colocar em causa a objetividade e a coerência dos princípios da norma ASTM D 6433-07, esperando ter ganhos de eficiência operacional para a formulação de um processo simplificado de avaliação do estado de degradação de um pavimento.

Para o estabelecimento da metodologia simplificada para avaliação da qualidade do pavimento, foram utilizados dados relativos ao levantamento de degradações de três troços de estrada, a saber: o troço da estrada nacional EN105 no distrito do Porto; o troço da estrada nacional EN309 no distrito de Braga e o troço da estrada nacional EN117 no concelho da Amadora.

Os dados referentes ao levantamento de degradações presentes nos troços de estrada em estudo foram facultados pela Infraestruturas de Portugal (IP).

Nas secções seguintes descreve-se a aplicação da abordagem iniciada, justificando as decisões tomadas sempre que aplicável.

3.1 Metodologia simplificada para a determinação do PCI

Abordagem Simplificada_1

Inicialmente foi necessário perceber quais as degradações que melhor representavam a condição do pavimento para se poder estabelecer um procedimento simplificado para o cálculo do PCI. Para tal, começou por agrupar-se as degradações que constam no catálogo da norma ASTM D 6433-07 tendo em conta a família de patologias (deformações, fendilhamento, degradação da camada de desgaste) e o local onde ocorrem (bermas ou faixa de rodagem). Não foram considerados o atravessamento de caminhos-de-ferro e fendas de reflexão em pavimentos semi-rígidos por se tratarem de situações muito específicas no país. O Quadro 1 apresenta o agrupamento inicial das degradações.

O agrupamento de degradações foi feito com o objetivo de se determinar dentro de cada grupo uma degradação através da qual as outras todas as outras fossem contabilizadas no cálculo do PCI. Para tal, fez-se uma análise dos valores deduzidos determinados para o estado mais gravoso de cada degradação e considerando 50% de superfície degradada. Dessa análise, e considerando outras práticas comumente utilizadas decidiu adotar-se as seguintes degradações como dominantes (ver Quadro 1):

- Desagregação superficial ou Peladas – Grupo 1;

- Ondulação ao longo do pavimento – Grupo 2;
- Rodeiras – Grupo 3;
- Fendilhamento pele de crocodilo – Grupo 4;

Quadro 1: Agrupamento inicial das degradações

| Grupos | Degradações |
|--------|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Deformação localizada • Ondulação localizada • Onda Localizada • Covas • Reparações • Desagregação superficial • Peladas • Polimento • Exsudação |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Desnível entre via e berma • Enrugamento Longitudinal • Fendas de escorregamento • Ondulação ao longo do pavimento |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Rodeiras |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Fendilhamento pele de crocodilo • Fendas longitudinais • Fendas transversais |

Assim, tal como na abordagem da norma ASTM D 6433-07 todas as degradações visíveis no pavimento foram consideradas para o cálculo do $PCI_{\text{simplificado}_1}$, porém os seus valores deduzidos são determinados através da curva de “valor deduzido” mais gravosa da degradação dominante considerada para o grupo a que pertenciam.

Por exemplo, se no pavimento for identificada uma degradação do tipo Covas de nível 1 de gravidade com uma densidade de degradação de 10%, utilizando a curva de “valor deduzido” da ASTM D 6433-07 para a Desagregação superficial ou Peladas determina-se o valor deduzido das Covas, conforme se apresenta na Figura 1.

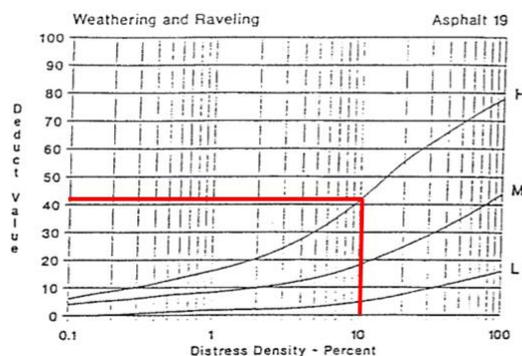


Figura 1: Determinação do valo deduzido para uma densidade de Covas de 10% [1]

Neste caso, o resultado para o valor deduzido das Covas de nível 1 de gravidade é de 42.

As diferenças dos valores do PCI, assim como a quantificação da variação do desvio padrão em relação à média dos resultados apresentam-se no Quadro 2.

Quadro 2: Quantificação estatística da diferença dos resultados do PCI do troço 3 – Abordagem Simplificada_1

| Vias | PCI simplificado_1 | PCI ASTM | Diferença | Média | Desvio Padrão | Coefficiente de variação |
|---------------|--------------------|----------|-----------|-------|---------------|--------------------------|
| D_VC - Troço3 | 15 | 31 | 16 | 23,0 | 11,3 | 49,2% |
| D_VE - Troço3 | 13 | 56 | 43 | 34,5 | 30,4 | 88,1% |
| E_VC - Troço3 | 4 | 22 | 18 | 13,0 | 12,7 | 97,9% |
| E_VE - Troço3 | 22 | 57 | 35 | 39,5 | 24,7 | 62,7% |

| | |
|--------------|----|
| Média | 28 |
|--------------|----|

Na Figura 2 representa-se graficamente os desvios dos valores do PCI.

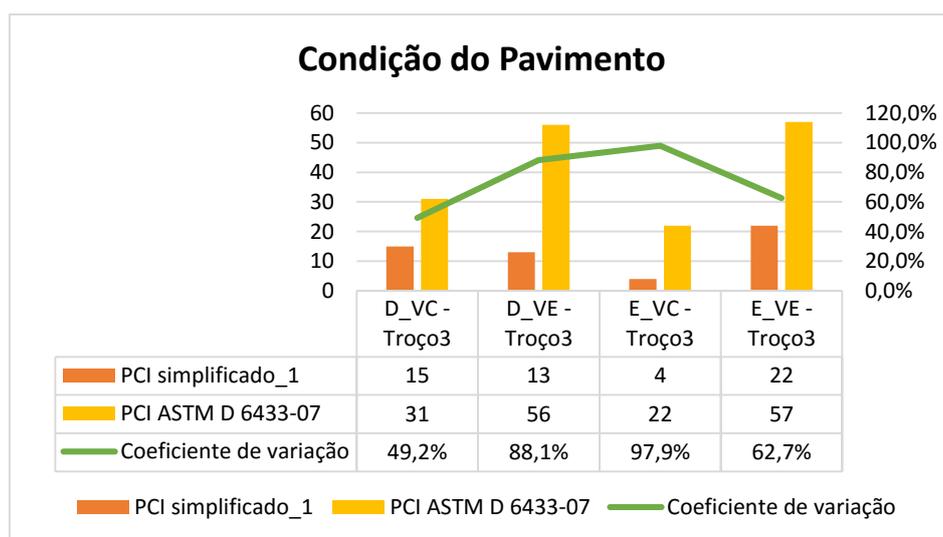


Figura 2: Variação dos resultados do PCI do troço 3 - Abordagem Simplificada_1

Da análise dos resultados do PCI obtidos pela aplicação das duas metodologias, conclui-se que esta primeira abordagem simplificada, não foi uma boa aproximação à norma, pois conduz a resultados divergentes, indicando sempre uma condição do pavimento irrealista, muito pior quando comparada com a condição do pavimento determinada segundo a norma ASTM D 6433-07.

Como se poderá verificar, todos os coeficientes de variação foram superiores a 30%. Na via D_VE, onde a diferença nos valores do PCI é maior (43 pontos), o coeficiente de variação é de 88,1%. Na via D_VC a diferença é de 18 pontos, consideravelmente inferior do que na via D_VE, porém o seu coeficiente de variação é de 97,9%.

A média das diferenças nos resultados do PCI para o troço 3 é de 28 pontos.

Abordagem Simplificada_2

Com os resultados obtidos no primeiro cenário procurou-se encontrar as degradações que melhor representassem cada grupo, tendo-se determinado novamente em cada um dos grupos e para cada uma das degradações pertencentes aos mesmos, os respectivos valores deduzidos, através das curvas de “valor deduzido” da ASMT D 6433-07 de gravidade alta e para densidades de degradação de 5%, 10%, 15%, 30% e 50% (% da superfície do pavimento degradada). As degradações que apresentavam apenas dois valores deduzidos foram excluídos da análise.

Assim calculou-se a média de valores deduzidos de cada degradação e por último a média e o percentil de 85% da média dos valores deduzidos das degradações para cada grupo. A degradação representativa escolhida em cada grupo foi a que apresentava o valor deduzido médio mais próximo do percentil de 85% dos valores deduzidos médios das degradações do grupo.

Com base nos resultados obtidos, escolheram-se as seguintes degradações dominantes em cada grupo:

- Reparações – Grupo 1;
- Ondulação ao longo pavimento – Grupo 2;
- Rodeiras – Grupo 3;
- Fendilhamento pele de crocodilo – Grupo 4.

Nesta nova abordagem as degradações consideradas para a determinação da condição do pavimento estão indicadas no Quadro 3.

Quadro 3: Degradações que contribuem para a determinação do $PCI_{\text{simplificado}_2}$

| Grupos | Degradações |
|------------|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none">• Deformação localizada• Onda Localizada• Reparações• Desagregação superficial• Peladas• Polimento• Exsudação |
| 2 (Bermas) | <ul style="list-style-type: none">• Desnível entre via e berma• Enrugamento Longitudinal• Fendas de escorregamento• Ondulação ao longo do pavimento |
| 3 | <ul style="list-style-type: none">• Rodeiras |
| 4 | <ul style="list-style-type: none">• Fendilhamento pele de crocodilo• Fendas longitudinais• Fendas transversais |

À semelhança da Abordagem Simplificada_1, os valores deduzidos das degradações presentes no pavimento foram determinados através da curva de “valor deduzido” de gravidade alta da degradação dominante do grupo em que pertencem.

No Quadro 4 apresentam-se a quantificação da variabilidade dos resultados do PCI obtidos pela aplicação da Abordagem Simplificada_2 e da norma ASTM D 6433-07, onde se poderá verifica a divergência existente entre os dois modelos.

Quadro 4: Quantificação estatística da diferença dos resultados do PCI do troço 3 – Abordagem Simplificada_2

| Vias | PCI simplificado_2 | PCI ASTM | Diferença | Média | Desvio Padrão | Coefficiente de Variação |
|---------------|--------------------|----------|-----------|-------|---------------|--------------------------|
| D_VC - Troço3 | 12 | 31 | 19 | 21,5 | 13,4 | 62,5% |
| D_VE - Troço3 | 9 | 56 | 47 | 32,5 | 33,2 | 102,3% |
| E_VC - Troço3 | 3 | 22 | 19 | 12,5 | 13,4 | 107,5% |
| E_VE - Troço3 | 17 | 57 | 40 | 37,0 | 28,3 | 76,4% |

| | |
|--------------|----|
| Média | 31 |
|--------------|----|

Na Figura 3 representa-se graficamente a diferença nos resultados do PCI.

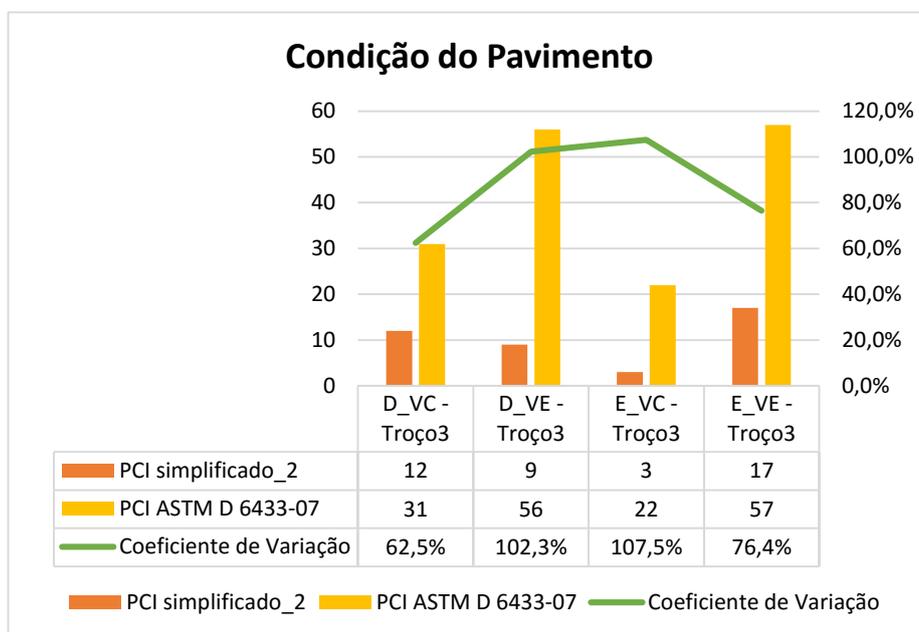


Figura 3: Variação dos resultados do PCI do troço 3 – Abordagem Simplificada_2

A média da diferença dos resultados do PCI determinados nas quatro vias do troço 3 foi de 31 pontos (superior ao obtido pela aplicação da Abordagem Simplificada_1). O coeficiente de variação dos resultados obtido para as vias D_VE e E_VC foi de, respetivamente, 102,3% e 107,5%. Na via D_VC onde a diferença dos valores do PCI foi 19, o coeficiente de variação correspondente foi superior a 60%. Com isto pôde-se concluir que esta segunda abordagem também não representava uma boa aproximação à norma ASTM D 6433-07 e portanto foi descartada.

Abordagem Simplificada_3

Tendo em conta os resultados obtidos nas abordagens anteriores decidiu-se na terceira abordagem, não considerar a totalidade de degradações do catálogo da ASTM D 6433-07 para a determinação da condição do pavimento, mas sim um conjunto reduzido de degradações do pavimento. Deste modo, ao se realizar o

levantamento visual do pavimento, apenas são identificadas e quantificadas um conjunto de cinco degradações do mesmo.

Para a escolha das degradações utilizadas nesta abordagem concorreram a relevância das degradações dominantes avaliadas nas abordagens anteriores bem como a aplicação das boas práticas no reconhecimento das degradações que ocorrem com mais frequência num pavimento e que mais contribuem para a sua deterioração.

As degradações adotadas nesta abordagem foram:

- Fendas Longitudinais e Transversais
- Fendilhamento pele de Crocodilo
- Desagregação Superficial / Peladas
- Reparação
- Rodeiras

Decidiu-se, nesta nova abordagem, quantificar as Fendas longitudinais e transversais utilizando a curva de “valor deduzido” menos gravosa do Fendilhamento pele de crocodilo, decisão esta sustentada pela observação dos desvios nos resultados verificados na aplicação da curva de “valor deduzido” mais gravosa do Fendilhamento pele de crocodilo nas abordagens anteriores para quantificar das Fendas longitudinais e transversais. Deste modo se no pavimento for identificada uma degradação do tipo Fendas longitudinais com uma densidade de 10% seu valor deduzido deverá ser determinado assim como se ilustra na Figura 4. Neste caso, resultando num o valor deduzido de 34 pontos.

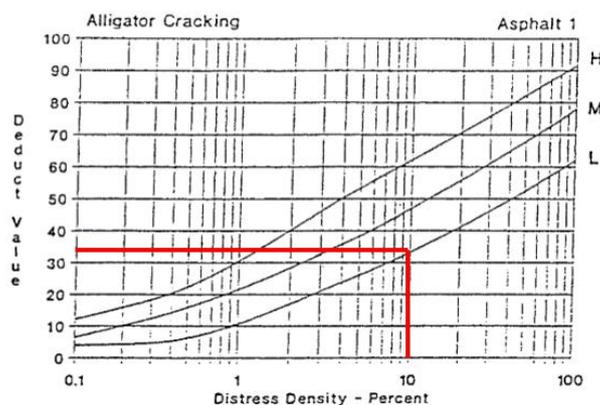


Figura 4: Determinação do valor deduzido das Fendas longitudinais ou transversais a partir da curva de “valor deduzido” do fendilhamento pele de crocodilo de gravidade baixa [1]

O valor deduzido do Fendilhamento pele de crocodilo, da Desagregação superficial / Peladas, da Reparação e das Rodeiras é determinado diretamente das curvas de “valor deduzido” para os três níveis de gravidade destas degradações presentes na ASTM D6433-07. Portanto, se no pavimento for identificada uma degradação do tipo Rodeiras de gravidade média, o valor deduzido desta deverá ser determinado através da sua curva de “valor deduzido” de gravidade média e não da curva de gravidade alta como era determinado nas abordagens anteriores.

Na Abordagem Simplificada_2 não se considerava as degradações do tipo Covas para a determinação da condição do pavimento e verificou-se que aquando da presença de outras degradações, por exemplo, Peladas ou Fendilhamento pele de crocodilo, a diferença dos valores do PCI da unidade amostral não era significativa. Concluindo-se então que a influência de degradações do tipo Fendilhamento pele de crocodilo, Peladas, Reparações, Rodeiras eram bastante mais expressivas do que as restantes degradações do pavimento na deterioração da sua condição.

Estas alterações introduzidas no terceiro cenário contribuíram para diminuir a amplitude da diferença na quantificação das degradações obtidas nas hipóteses anteriores e consequentemente obter-se um valor de $PCI_{\text{simplificado}_3}$ semelhante ao determinado segundo a norma ASTM D 6433-07.

Apresenta-se no Quadro 6 a quantificação da variabilidade dos resultados do PCI obtidos pela aplicação da Abordagem Simplificada_3 e da norma ASTM D 6433-07.

Quadro 5: Quantificação estatística da diferença dos resultados do PCI – Abordagem Simplificada_3

| Vias | PCI simplificado_3 | PCI ASTM | Diferença | Média | Desvio Padrão | Coefficiente de Variação |
|---------------|--------------------|----------|-----------|-------|---------------|--------------------------|
| D - Troço1 | 9 | 9 | 0 | 9,0 | 0,0 | 0,0% |
| E - Troço1 | 9 | 9 | 0 | 9,0 | 0,0 | 0,0% |
| D - Troço2 | 7 | 5 | 2 | 6,0 | 1,4 | 23,6% |
| E - Troço2 | 8 | 8 | 0 | 8,0 | 0,0 | 0,0% |
| D_VD - Troço3 | 51 | 41 | 10 | 46,0 | 7,1 | 15,4% |
| D_VC - Troço3 | 40 | 31 | 9 | 35,5 | 6,4 | 17,9% |
| D_VE -Troço3 | 48 | 56 | 8 | 52,0 | 5,7 | 10,9% |
| E_VD - Troço3 | 55 | 52 | 3 | 53,5 | 2,1 | 4,0% |
| E_VC - Troço3 | 21 | 22 | 1 | 21,5 | 0,7 | 3,3% |
| E_VE -Troço3 | 52 | 57 | 5 | 54,5 | 3,5 | 6,5% |

| | |
|-------|-----|
| Média | 3,8 |
|-------|-----|

Com base nos resultados do PCI acima apresentados, pode-se concluir que esta última abordagem mantém-se coerente tanto para secções de pavimento em ruína, como é o caso dos troços de estrada 1 e 2, como para secções de pavimento com uma condição que segundo a escala do PCI da ASTM D 6433-07 varia de muito pobre a pobre.

Nos casos em que o valor do $PCI_{\text{simplificado}_3}$ foi menor do que o do PCI constatou-se uma forte influência de degradações do tipo Fendas longitudinais e transversais de gravidade baixa, o que deriva do facto de na Abordagem simplificada_3 se quantificar esta degradação a partir da curva de “valor deduzido” para o Fendilhamento pele de crocodilo de gravidade baixa, a qual é mais gravosa do que a curva de “valor deduzido” para o Fendilhamento longitudinal e transversal de baixa gravidade.

Nas situações em que o valor do $PCI_{\text{simplificado}_3}$ foi maior do que o do PCI notou-se a frequência de degradações do tipo covas, sendo que a diferença de valores nos casos analisados nunca ultrapassaram os 10 pontos, pelo que se pôde concluir-se que a condição do pavimento não é maioritariamente definida por este tipo de degradação.

Nota-se um desvio de 23,6% onde o valor do $PCI_{\text{simplificado}_3}$ é 7. Pelo facto da condição do pavimento corresponder a ruína, esta variação mais elevada é irrelevante.

Nos casos em que os desvios contatados foram de 17,9% e 15,4%, não obstante os valores superiores aos do PCI da ASTM D 6433-07, estes enquadram-se no mesmo escalão de classificação do índice de condição do pavimento da norma ASTM D 6433-07. De forma que a diferença de valores do PCI não constituem um risco para a decisão tomada de considerar a Abordagem simplificada_3 para avaliação da condição do pavimento.

Relativamente à variação de 10,9% verifica-se que a aplicação da simplificação para determinação da condição do pavimento induz resultados mais conservadores (menor PCI), pelo que se pode admitir a simplificação estar do lado da segurança quanto à classificação do estado do pavimento.

Os demais desvios nos resultados foram reduzidos, o que mostra a validade do modelo utilizado.

Na Figura 5 representa-se a variação dos desvios dos resultados do PCI determinados segundo a norma ASTM D 6433-07 e a sua simplificação proposta na Abordagem Simplificada_3.

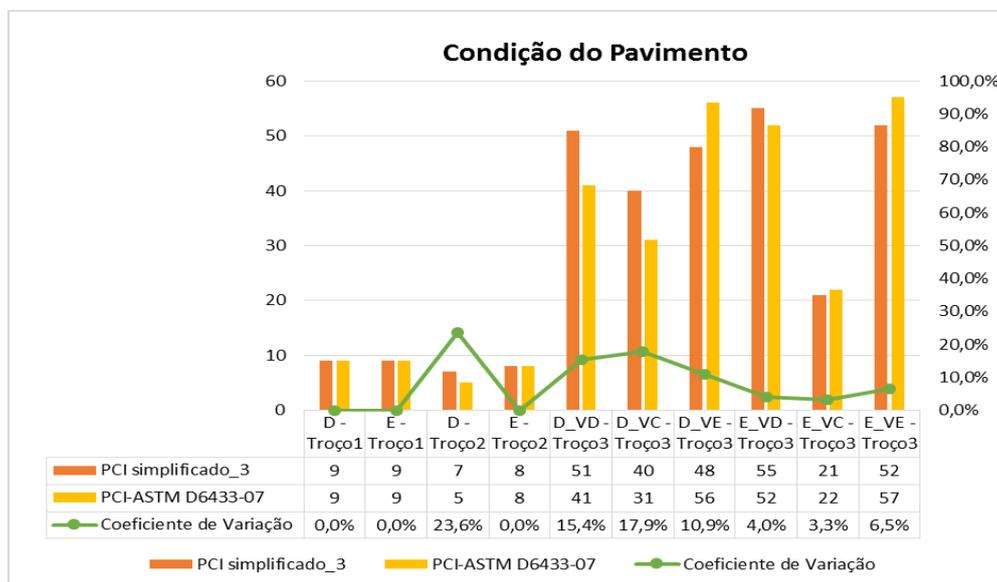


Figura 5: Variação dos resultados do PCI – Abordagem Simplificada_3

4 CONCLUSÕES

Procedeu-se à estruturação numa metodologia simplificada para estabelecimento do PCI com base na identificação de 5 degradações (abordagem simplificada_3 descrita) em lugar das 19 indicadas pelo procedimento normal, a qual foi validada contra a aplicação da abordagem total, com base em degradações de 3 secções de estrada levantadas pela IP, tendo os resultados obtidos servido de molde a poder considerar-se a aplicação prática da metodologia desenvolvida.

Evidentemente que a metodologia desenvolvida poderá exigir ajustamentos em outros cenários onde existam outras degradações que não estão contempladas na simplificação 3 e que podem ser significativas. De qualquer modo a validação efetuada com a informação fornecida pela IP cobriu o tipo de degradação de pavimento que se pode esperar no país.

Pode admitir-se com segurança que a metodologia simplificada pode responder aos objetivos de contenção de custos e de eficiência operacional sem comprometer a qualidade e o rigor das inferências que uma administração rodoviária de parques recursos a operar em Portugal requererá para uma boa gestão da sua rede rodoviária, nomeadamente permitindo uma boa aplicação dos recursos na conservação atempada desta rede.

5 REFERÊNCIAS

1. ASTM INTERNATIONAL (2007). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. D6433-07, American Society for Testing and Materials, USA.
2. New York State Department of Transports (2010). *Pavement Condition Assessment*, New York State Department of Transports.
3. Georgia Department of Transportation. GDOT Pavement Management Practices. *Pavement Preservation in Georgia. Pavement Preservation Web site. Acedido Setembro 11, 2015, em*

<https://www.pavementpreservation.org/wp-content/uploads/presentations/Georgia%20Pavement%20Preservation.pdf>