

ARTIGO REF: 7038

IMPLICAÇÕES RESULTANTES DA MÁ EXECUÇÃO DOS ENSAIOS LABORATORIAIS E DE CAMPO

Carlos Rodrigues Cumbane^(*)

Laboratorio de Engenharia de Moçambique, Maputo, Moçambique

^(*)*Email:* carloscumbane@yahoo.com.br

RESUMO

Moçambique é um país em vias de desenvolvimento que durante vários anos viu o desenvolvimento das infraestruturas condicionado às limitações financeiras e aos conflitos internos, sobretudo no sector de estradas, onde apenas 30% de cerca de 30 056 km de estradas, é que são revestidas, tornando o país intransitáveis durante a maior parte da época chuvosa [1]. Para qualquer país, a rede viária garante maior mobilidade, tanto de bens e serviços assim como de pessoas.

Nos últimos anos Moçambique tem sido o destino privilegiado de várias nações, que chegam com objectivo de estabelecer seus negócios de apoio ao desenvolvimento para melhorar a sua condição de vida. Associa-se à este fenómeno, a descoberta de recursos minerais e a melhoria do ambiente de negócios, o que tem resultado no aumento da pressão na procura de habitação e vias de acesso e às infraestruturas hídricas.

Devido ao aumento do número de acidentes que se verificam actualmente em obras em construção ou já construídas (edifício, pontes, estradas, barragem e tc...) na sua maior parte relacionadas com a qualidade, é notório o crescente número de laboratórios comerciais a estabelecerem-se em Moçambique, com objetivo de participar na prestação de serviços de controlo de qualidade às obras. Entretanto, a existência de laboratórios não é um factor que, por si só, determina a qualidade das obras, é necessário que todos intervenientes no sistema de construção estejam consciencializados da importância de um laboratório na indústria da construção civil.

A problemática da qualidade das infraestruturas está na sua maior parte relacionada com os seguintes aspectos: (i)-Ausência ou deficiente plano de qualidade; (ii)-Implementação incorreta dos planos de controlo de qualidade; (iii)-Tratamento e/ou Interpretação inadequada dos resultados dos ensaios laboratoriais etc.

De uma forma geral pode concluir-se que alguns dos problemas da qualidade das infraestruturas derivam da qualidade da execução dos ensaios.

O falta de cumprimentos rigoroso do plano de controlo de qualidade, tem implicações que podem variar desde a má rentabilização do capital investido, por degradação precoce das infraestruturas[15 e 16].

perda de confiança com o cliente e os usuários das infraestruturas, e a perda de vidas humanas por acidentes.

Para o controlo de qualidade mais efetivo é indispensável que os ensaios sejam feitos por entidades que respondem às exigências mínimas necessárias para o controlo de qualidade [16,17].

INTRODUÇÃO

Moçambique é um país extenso cujo volume de infraestruturas encontra-se muito abaixo de satisfazer as necessidades da população. Durante muito tempo, o país, viu o crescimento das infraestruturas condicionado às limitações financeiras, agravado por conflitos internos, que tiveram como consequência o aumento dos índices de pobreza e de desenvolvimento humano. Para qualquer país, a rede viária é que garante a mobilidade, tanto de bens de serviços assim de pessoas. Entretanto, nos últimos anos, dada a melhoria do ambiente de negócios associada a descoberta de recursos naturais, Moçambique tem sido um dos destinos privilegiado para várias nações, o que tem conduzido a uma enorme pressão na procura das infraestruturas do tipo:

- Viárias e ferroviárias que possam permitir o escoamento rápido, e seguro de produtos de um ponto para outro a preços competitivos;
- Pontes para garantir a livre circulação e a travessia segura de estradas sobre vales ou cursos de água,
- Edifícios para satisfazer às necessidades estabelecimento de escritórios e de habitação derivado do crescimento populacional e do fenómeno de imigração campo-cidades;
- Barragens para garantir melhor gestão dos recursos hídricos e sobretudo o abastecimento de água.

A construção destas infraestruturas carece de um controlo de qualidade rigoroso feito por empresas ou entidades competentes [2], quer durante a fase de elaboração do projecto, de execução, bem como após a construção para garantir a durabilidade, segurança e racionalização dos poucos recursos.

Dado o crescente número de acidentes na sua maioria relacionados com a qualidade das obras, associada à necessidade de rentabilizar os investimentos, é notório o aumento do número de laboratórios associados, tanto aos empreiteiros, consultores mesmo a nível estatal com a intenção de dar o seu contributo no controlo de qualidade dos materiais aplicados nas diversas infraestruturas.

Influência dos ensaios na qualidade

A execução dos ensaios, tanto ao nível de laboratório, como de campo têm uma grande influência na garantia da qualidade da obra, pois a correcta execução, avaliação e interpretação dos seus resultados possibilita ajuizar se os materiais seleccionados satisfazem os requisitos de projecto ou adoptar medidas que visem o melhoramento das suas características para atender os padrões de qualidade desejados. As especificações para a realização destes ensaios, geralmente encontram-se estipuladas nos cadernos de encargo do projecto, incluindo os parâmetros e padrões de qualidade mínimos que devem ser satisfeitos.

No decurso do processo da construção das estradas, os ensaios efectuados com mais frequência são:

- Ensaio de identificação e classificação dos solos, [3], que consistem na determinação de algumas das suas características (granulométrica, [4] e limites de consistência [5] físicas atendendo o seu comportamento em estradas.),
- Ensaio de determinação da capacidade de carga de solos para materiais da camada de pavimento, leito, sub-base e base, em provetes compactados em laboratórios por

determinação do valor de CBR[6], que é uma medida empírica aferidora da capacidade de carga de solos, o seu uso é geralmente limitado a fins rodoviários.

- Ensaio do Controlo de compactação, geralmente feito pelo método de garrafa de areia[7] ou sonda nuclear, que tem como objectivo determinar a baridade seca obtida no campo e comparar com a obtida no ensaio de compactação, esta relação chamada grau de compactação, cujo valor de referência para sua rejeição ou aceitação está contida nas especificações do projecto [8].
- Ensaio de determinação das características de recepção do betume, por avaliação das algumas propriedades, nomeadamente Penetração, Temperatura de amolecimento, viscosidade cinemática, Solubilidade, Temperatura de Inflamação em vasos abertos e Resistência ao envelhecimento [9].

Os ensaios de controlo de qualidade são influenciados por diversos factores, dentre os quais se destacam:

Ausência ou deficiente plano de controlo de qualidade

O plano de qualidade é um instrumento que orienta os procedimentos gerais conducentes à garantia da qualidade em obra. Contudo, em diversos projectos é notável a ausência deste plano, o que conduz a um processo de controlo de qualidade deficitário, ou feito de forma intuitivo.

Para além disto, nota-se também o seu incorrecto cumprimento quer por omissão ou definição incorrecta dos ensaios prescritos. A frequência dos ensaios parece muitas vezes encarecer a obra ou reduzir o decurso normal deste, mas é preciso recordar quanto menos for a frequência dos ensaios efectuados menor será a informação disponível para o ajuizamento dos materiais empregues [10].

Outro factor que influencia grandemente na qualidade das obras é aplicação inadequada das normas e das especificações do projecto por falta de clareza ou dificuldades de interpretação.

O uso de normas não referidas nas especificações para ajuizamento dos resultados resultam também na redução da qualidade final do projecto. Todos os parâmetros de controlo de qualidade constantes das especificações estão associados a um ensaio específico e de acordo com uma norma específica [11], a correlação entre dois ensaios de natureza diferente, facilita a previsão dos resultados de um determinado ensaio a partir do outro, mas em alguns casos os resultados previstos podem ficar afectados uma vez que esta correlação na maior parte dos casos não é linearmente perfeita.

Implementação incorrecta dos planos de controlo de qualidade

Um plano de qualidade deve prever ter uma boa comunicação entre o construtor, consultor, fiscal e o laboratório encarregue para a execução dos ensaios de conformidade.

Para garantia de qualidade é recomendável que todos os construtores tenham um laboratório ao seu poder como seu instrumento de avaliação da sua produção, entretanto este laboratório não deve servir para a execução dos ensaios de conformidade, para evitar conflito de interesse.

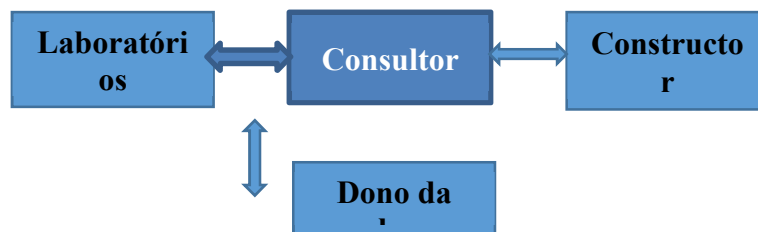


Fig. 1 - Ilustra o esquema de comunicação entre os intervenientes em obra.

É frequente o uso dos laboratórios de obra sob a gestão do construtor tanto para ensaios correntes assim como de conformidade, isto leva muitas vezes a dúvida de alguns resultados deixando o fiscal assim como o dono da obra em situação de desconforto, obrigando a recorrer a outros laboratórios para a execução de ensaios comparativos.

Estes resultados muitas vezes não são comparáveis pois estes laboratório executam os mesmos ensaios com normas ou procedimentos diferentes [12], outro factor que torna os ensaios incomparáveis é o grau de comprimentos das normas.



Fig. 2 - Buracos na camada de pavimento



Fig. 3 - Ilustram a fissuração e o conseqüente surgimento de buracos.

As imagens 1 e 2, mostram um pavimento construído em Moçambique, e cuja degradação foi precoce, por deficiência do controlo de qualidade[13].

O processo de recepção e conservação das amostras

As amostras que cheguem aos laboratórios após recepção devem ser corretamente identificadas e espalhadas e/ou conservadas, a sua má identificação conduz a sua má classificação e avaliação.

A conservação inadequada das amostras leva muitas vezes a contaminação, e dependendo do material da contaminação pode afetar significativamente o seu resultado final.



Fig. 4 - Ilustra uma amostra espalhada com a respectiva identificação Fig. 5 - ilustra uma amostra conservada em condições de risco

Uso adequado dos instrumentos de medidas e Verificação constante dos equipamentos

Os instrumentos de medida devem ser usados exclusivamente para o fim há que foram destinados tendo em conta precisão requerida do ensaio e do próprio instrumento (exemplo as Balanças e termómetros).

Instrumentos como compactadores, agulhas de penetração, as esferas no ensaio de los angels, crivos entre outros, estão suscetíveis ao desgaste durante a sua utilização, alterando deste modo o peso especificado ou medidas padronizadas afectando os resultados finais. Daí que a necessidade da existência de um plano de qualidade que inclui a verificação periódica de cada um destes instrumentos, como acima referido [14].

O cumprimento rigoroso das normas ou procedimentos de ensaios.

Para tornar os resultados dos ensaios provenientes de diferentes laboratórios comparáveis e competitivos é indispensável que as normas sejam rigorosamente cumpridas. As imprecisões resultantes da má compreensão das normas reduzem a qualidade do projecto.

Dependendo das normas os ensaios são efectuados de forma similar, entretanto usando equipamento diferentes, o que muitas vezes confunde os engenheiros na fase da aplicação dos resultados. Os métodos usados durante os ensaios devem obrigatoriamente constar das fichas.

É de vital importância que os equipamentos e instrumentos antes da sua utilização sejam verificados da sua concordância em relação as normas.

Tabela 1 - Resultados das compactações.

Amostra	1		2		3		4	
	MDD(Kg/m ³)	W(%)	MDD(Kg/m ³)	W(%)	MDD(Kg/m ³)	W(%)	MDD(Kg/m ³)	W(%)
Agregado	2050	7	2000	7.3	2025	7	1978	8.2
Solo	1973	9.2	1969	9	1978	8.9	1973	9.2



Fig. 7 - Ilustra moldes de compactação para diferentes normas.

Tratamento e/ou Interpretação inadequada dos resultados dos ensaios laboratoriais.

Uma vez que durante a recolha da informação para a avaliação da qualidade dos materiais ou de pavimento envolve normalmente uma vasta gama de trabalhos, o que a priori exige várias equipas de trabalho, é de extrema importância que estas equipas estejam devidamente comunicadas e preferencialmente o engenheiro responsável pela compilação final dos dados ou pela execução do projecto final esteja envolvido nos trabalhos de forma que durante o tratamento da informação faça um bom relacionamento entre o observado e os resultados obtidos em ensaio ou nas inspeções visuais[17].

Os resultados dos ensaios por mais qualidade que tenham se a sua interpretação for feita de forma deficiente, estes perderão o seu valor. Os resultados dos ensaios tem uma valiosa aplicação quando a sua interpretação é feita de forma correcta. A execução conjunta de ensaios relacionados, permite-nos ter uma melhor aproximação das propriedades dos materiais. Entretanto alguns destes ensaios a sua aplicação requer que seja feito um tratamento estatístico ou aplicados factores de correcção. Citam-se como exemplos a determinação da tensão característica do betão, e da estabilidade Marshall.

Tabela 2 - Ilustra os resultados do ensaio de estabilidade Marshall.

Referência		Resultados			
Cliente	LEM	Altura do Prov. (mm)	Barid. do carrote (Kg/m ³)	Deformação (mm)	Estab. Marshal (kN)
1	2-A	64.2	2115	2.5	7.2
2	3-B	63.9	2035	2.4	6.9
3	4-B	64.2	2100	2.6	7
4	5-B	64.1	2990	3.5	6.8
5	6-B	63.5	2090	3.4	5.9

O quadro-4 acima, apresenta resultados obtidos do ensaio de determinação das deformações e estabilidade Marshall, entretanto a aplicação destes valores ainda necessitam de algum tratamento para torna-los comparáveis tendo em conta que os valores especificados tem como base um carrote de 63.5mm de espessura[15].

CONCLUSÃO

De uma forma geral pode concluir-se que:

Alguns dos problemas da qualidade das infraestruturas derivam da qualidade da execução dos ensaios.

A falta de cumprimentos rigoroso do plano de controlo de qualidade.

A má qualidade da execução das infraestruturas tem as seguintes implicações:

- Má rentabilização do capital investido,
- Perda de confiança com o cliente e os usuários das infraestruturas,
- Perda de vidas humanas por acidentes derivados da degradação precoce das infraestruturas [15 e 16].
- Perda de confiança com os doadores e consequente redução do capital investido.

RECOMENDAÇÕES

Encontrada uma das causas da falta da qualidade das infraestruturas, recomenda-se

- Para o controlo de qualidade mais efectivo é indispensável que os ensaios sejam feitos por entidades que respondem às exigências mínimas necessárias para o controlo de qualidade [2,16,].
- Intensificação das acções de formação e capacitação em matérias de procedimentos para controlo de qualidade.
- A introdução do sistema de gestão de qualidade, na execução dos ensaios dentro dos laboratórios.
- A promoção das acções de licenciamento e certificação dos laboratórios, e a acreditação dos ensaios.
- O cumprimento do postulado na decreto lei 59/2006 seja efectivado.

AGRADECIMENTOS

À Direcção do Laboratório de Engenharia pela oportunidade que concedeu aos autores para tornar possível a realização deste trabalho.

Ao Dr Eng Américo Dimande, Dr Luis Abel Sozinho e Moisés Mabue pelo incentivo e o apoio dado na elaboração do Trabalho.

REFERÊNCIAS

[1]-Administração Nacional de Estradas,

[2]-American Association for Testing Materials, standart practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing an/ Inpections of soisl and rock as used in Engineering Design and Construtions, ASTM D 3740,

[3]-Laboratório Nacional de Engenharia Civil- Portugal, Solos, classificação para fins Rodoviários E240-1970, Feveiro 1971.

- [4]-American Association for Testing Material, standart test Method for Particle-size Analysis, ASTM D422, 1998.
- [5]-American Association for Testing Material, standart test Method for Liquid Limit, Plastex Limit, and Plastex Index of Soils. ASTM D4318-00, 2000.
- [6]-American Association for Testing Material, standart test Method for CBR of Laboratory-Compacted of Soils. ASTM D1883.
- [7]-Braja M. Das, Fundamento de Engenharia Geotecnica. 6^a edição.
- [8]-Division of Road and Transport Technology, CSIR-Standart Specification for Road and Brieger, 1998.
- [9]-Fernando, E.F. Branco, Luis Picanto Santos, Silvino Dias Capitão, Vias de Comunicação, Volume -2, quadro-19.1, propriedades e métodos de ensaio de betume de pavimentação.
- [10]-West Cape Provincial Administration, Department Transport and Public Works Roads Infrastructure Branch, Materials Manual, Chapter-8, Quality Assurance, table 8-1,8-3,8-7, 8-8, 8-10, 8-10 and 8-11,June, 2007.
- [11]-Committee of State of Road Authority, Guideline for Road and Constructions Materials, TRH 14, South Africa, 1985.
- [12]-LEM, 34.433 Carotes betuminosos, Marco 2016 & LEM 34.058, Carotes Caracterização de carotes betuminos
- [13]-Estudo das Causas da degradação precoce no pavimento da Avenida Julius Nyerere na Cidade de Maputo, April, 2015.
- [14]-American Association for Testing Materials, standart practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/ Inspections of soils and rock as used in Engineering Design and Constructions, ASTM D 3740, Quality Systeme Criteria pp3.
- [15]-LEM,(33.861) inspeção e Peritagem as obras de pavimentação da Estrada N221 entre Caniçado Chicualacuala., Abril 2015
- [16]-LEM, Relatório (31.486) sobre Reabilitação da Avenida Julius Nyerere, Fevereiro
- [17]-Laboratório de Engenharia de Moçambique, Regulamento de licenciamento de laboratórios comerciais, decreto 10/2003.
- [18]-Guidelline, Roads Departments, Pavement testing, analysing and interpretations of data, May 2000.