

Variabilidade construtiva das camadas de base e sub-base: Estudo de caso



Isaias Vieira/UFC

Eliardo Coelho/UFC

Jorge Luis Ferreira/UFC

Antônio Ferreira Júnior/TCE-CE

Arielton Araújo/TCE-CE

Jorge Soares/UFC

Juceline Batista dos Santos Bastos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

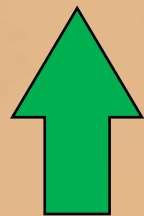
CT Asfalto/Laboratório de Mecânica dos Pavimentos (UFC)



"INFRAESTRUTURA E SUSTENTABILIDADE"



Há **QUALIDADE** na execução do revestimento abaixo?



QUALIDADE × VARIABILIDADE





Pavimento é uma **estrutura de múltiplas camadas**, mas a literatura tem se limitado a avaliar sobretudo a variabilidade do revestimento.

OBJETIVOS

Caracterizar estatisticamente a **variabilidade construtiva** das subcamadas (**base e sub-base**) de uma obra rodoviária ao longo de sua execução e **o impacto** nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 estabelecidos pela ONU.

MATERIAIS E MÉTODOS



Relatórios de
Controle de
Qualidade

Base e sub-base

Análise
estatística
GERAL

Minitab®

Análise
estatística
SEGMENTADA

Estatística
Descritiva

Estatística
Descritiva

Comparação
múltipla de
desvios padrão

Intervalos de
confiança

MATERIAIS E MÉTODOS

Características estudadas

Camada	Característica	Símbolo	Unidade	Número de amostras (N)
Base	Grau de compactação	GC	%	305
Base	Umidade <i>in situ</i>	<i>h in situ</i>	%	302
Base	Percentagem passante na peneira de número 40	Nº40	%	144
Base	Percentagem passante na peneira de número 200	Nº200	%	144
Base	Índice de suporte Califórnia	ISC	%	141
Sub-base	Grau de compactação	GC	%	267
Sub-base	Umidade <i>in situ</i>	<i>h in situ</i>	%	262
Sub-base	Índice de suporte Califórnia	ISC	%	122

~2000 dados

MATERIAIS E MÉTODOS

Etapas executivas

Etapa	Período	
	Base	Sub-base
Inicial (1º ano)	06/2014 a 06/2015	06/2014 a 06/2015
Intermediária (2º ano)	07/2015 a 07/2016	07/2015 a 06/2016
Final (3º ano)	08/2016 a 10/2017	07/2016 a 10/2017



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

17 OBJETIVOS PARA TRANSFORMAR NOSSO MUNDO

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA

2 FOME ZERO

3 BOA SAÚDE E BEM-ESTAR

4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE

5 IGUALDADE DE GÊNERO

6 ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO

7 ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA

8 EMPREGO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÔMICO

9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA

10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS

13 COMBATE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

14 VIDA DEBAIXO D'ÁGUA

15 VIDA SOBRE A TERRA

16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES FORTES

17 PARCERIAS EM PROL DAS METAS

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estatística GERAL

	Base					Sub-base		
	ISC (%)	GC (%)	h <i>in situ</i> (%)	Nº 40 (%)	Nº 200 (%)	ISC (%)	GC (%)	h <i>in situ</i> (%)
Média	128,4	101,4	6,6	23,8	9,3	38,5	101,1	9,4
DP	20,76	0,94	0,70	3,52	2,32	13,73	0,73	1,34
CV	16,17	0,93	10,57	14,75	24,96	35,63	0,72	13,89
Mínimo	96,0	100,00	5,0	15,5	4,6	13,0	100,0	6,5
Mediana	128,0	101,2	6,5	24,6	9,4	35,5	101,0	9,6
Máximo	221,0	104,6	9,0	32,0	16,1	83,0	103,5	13,2

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

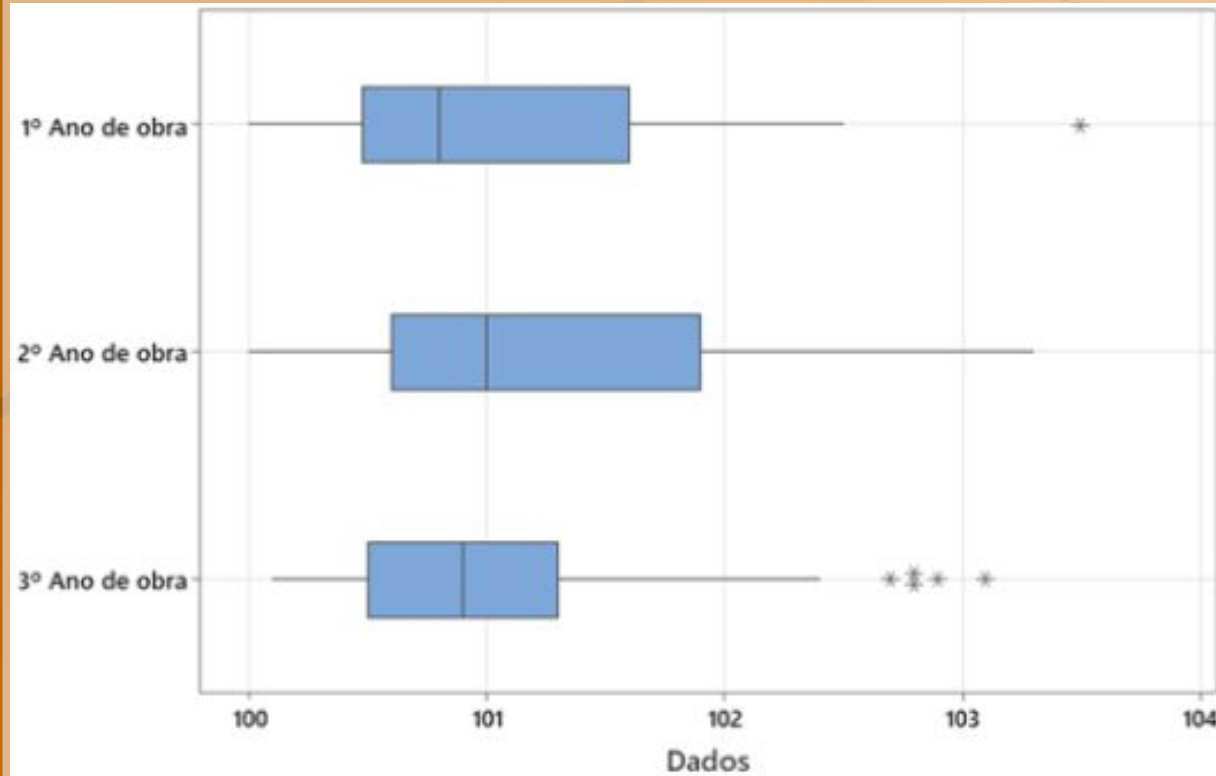
- Média aritmética simples x Mediana
- Coeficiente de variação (desvio padrão relativo)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

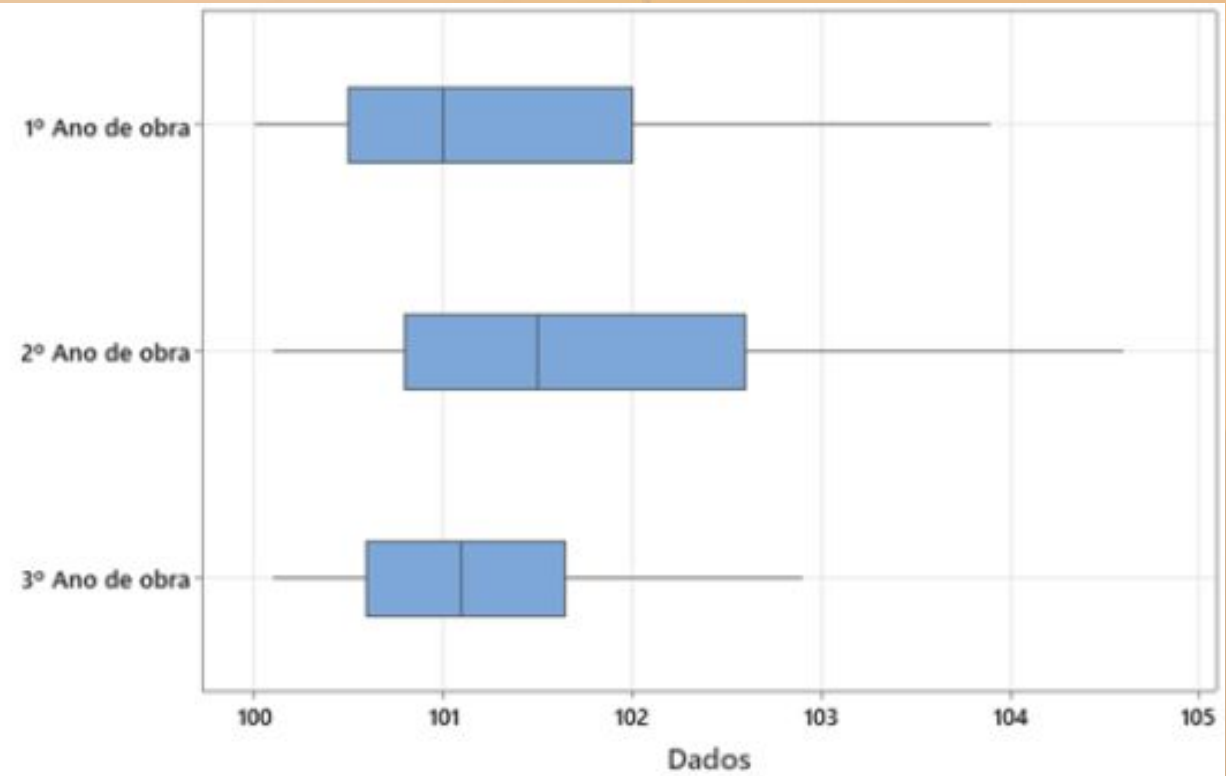
Variabilidade ao longo da obra

Grau de compactação

Análise **QUALITATIVA**



(a) Base



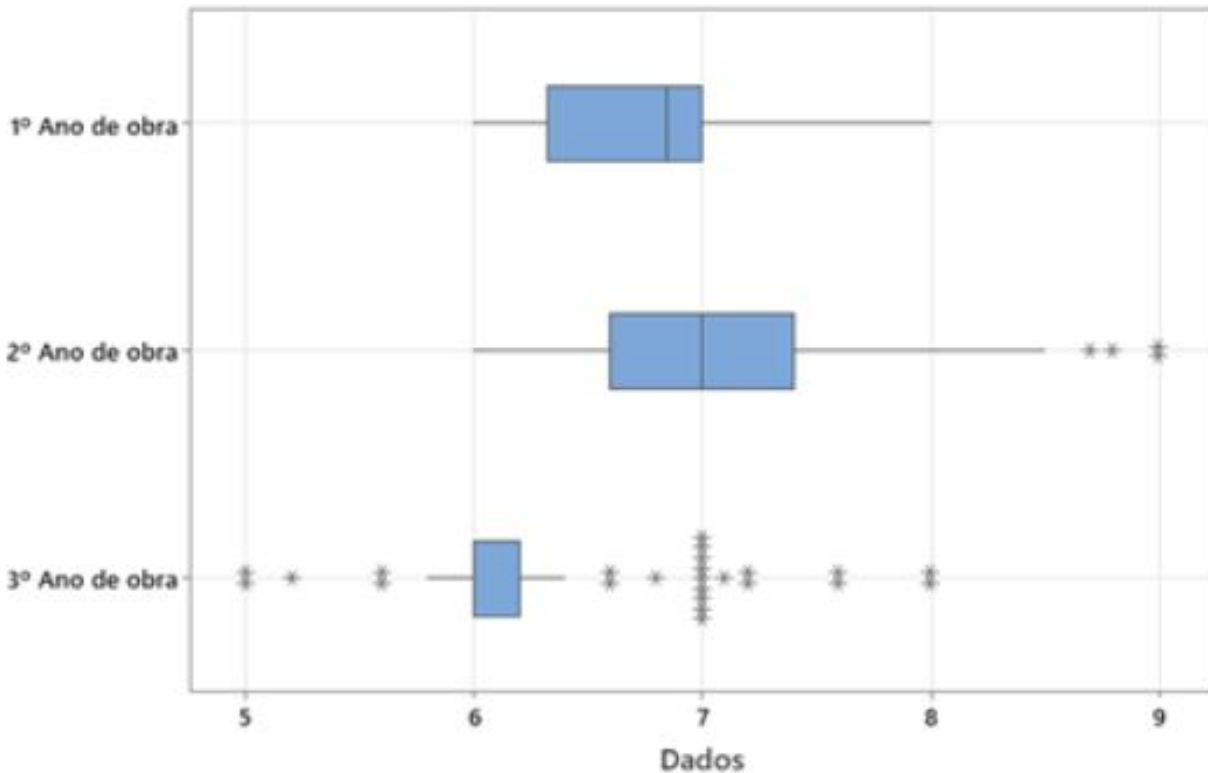
(b) Sub-base

RESULTADOS E DISCUSSÕES

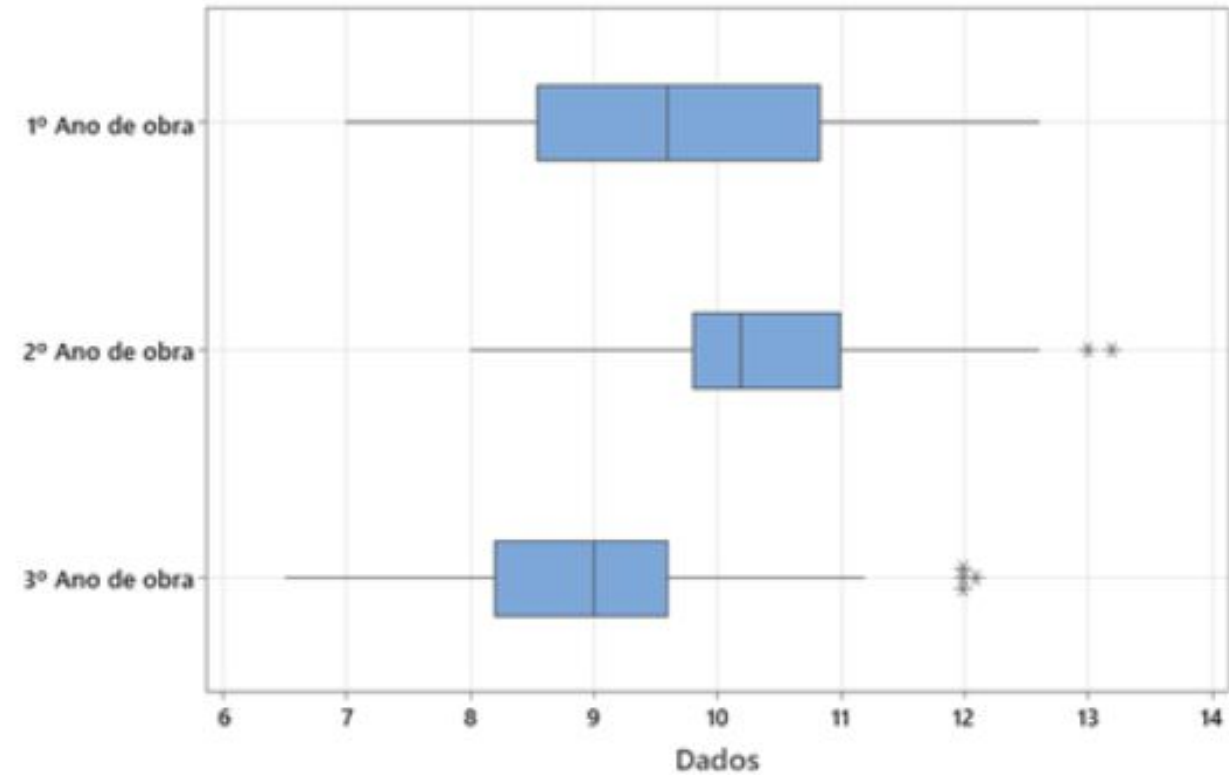
Variabilidade ao longo da obra

Umidade *in situ*

Análise **QUALITATIVA**



(a) Base



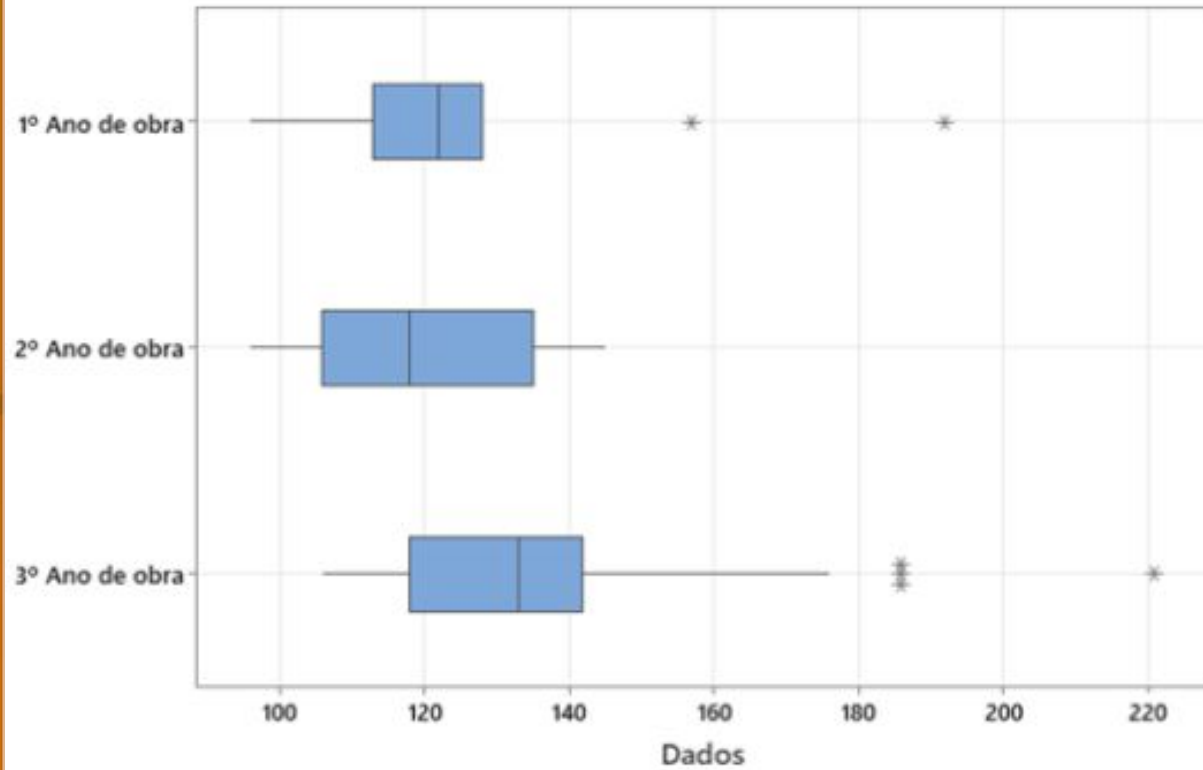
(b) Sub-base

RESULTADOS E DISCUSSÕES

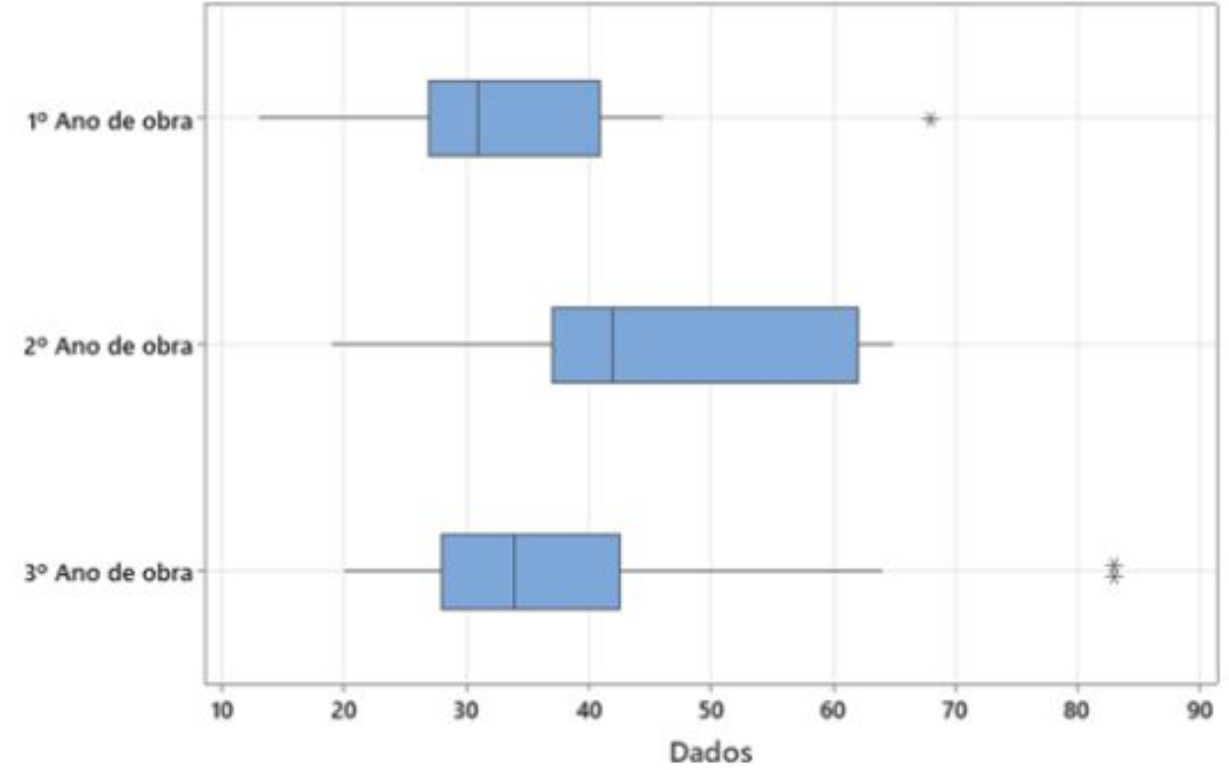
Variabilidade ao longo da obra

Índice de Suporte Califórnia

Análise **QUALITATIVA**



(a) Base



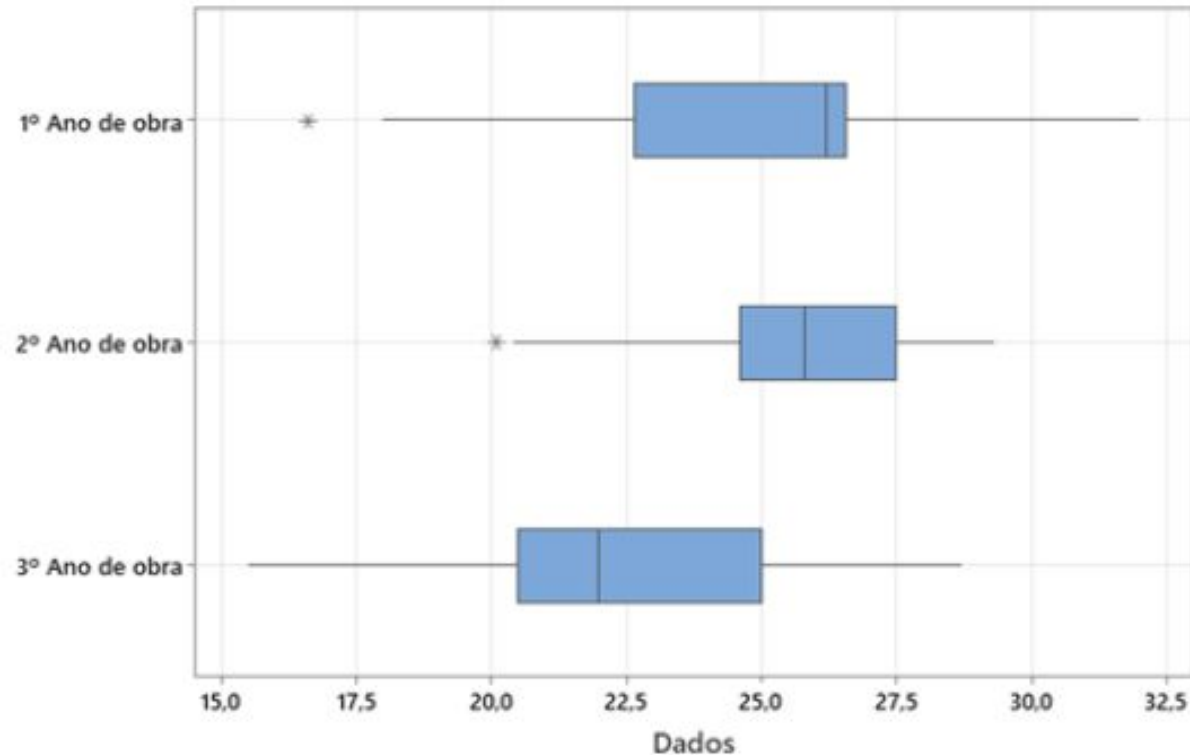
(b) Sub-base

RESULTADOS E DISCUSSÕES

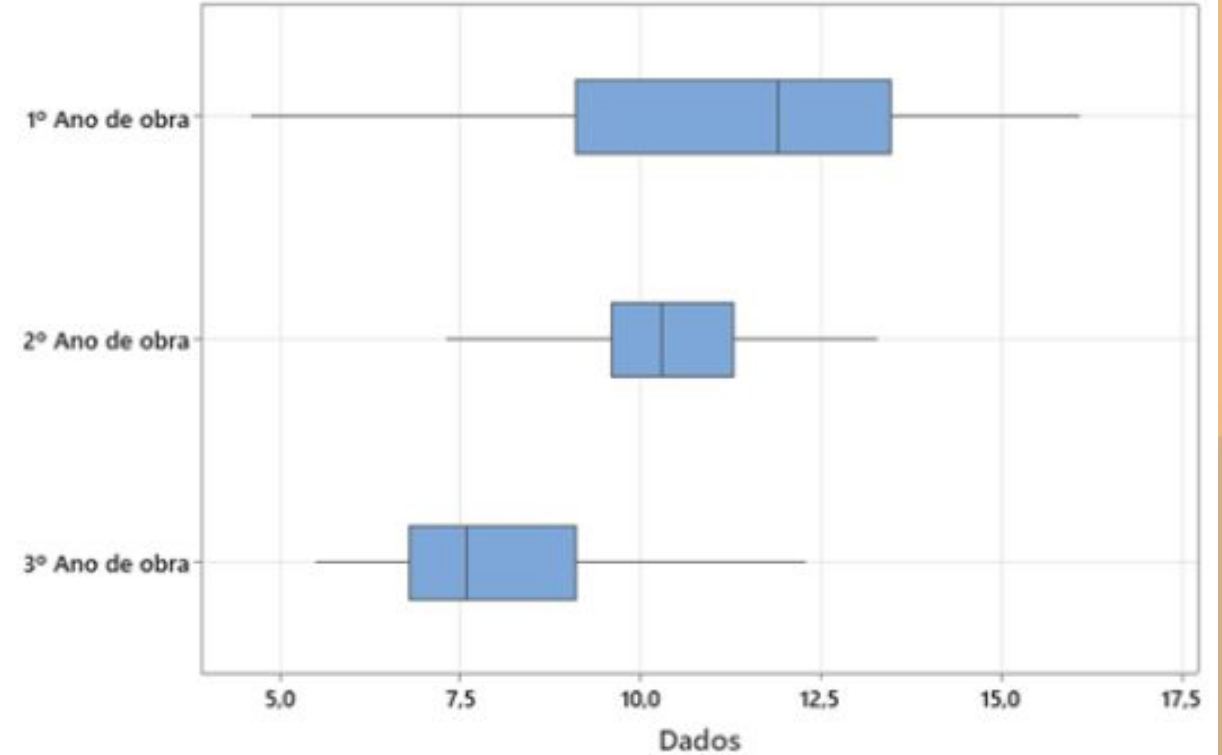
Variabilidade ao longo da obra

Peneiras N° 40 e N° 200

Análise **QUALITATIVA**



(a) Peneira N° 40



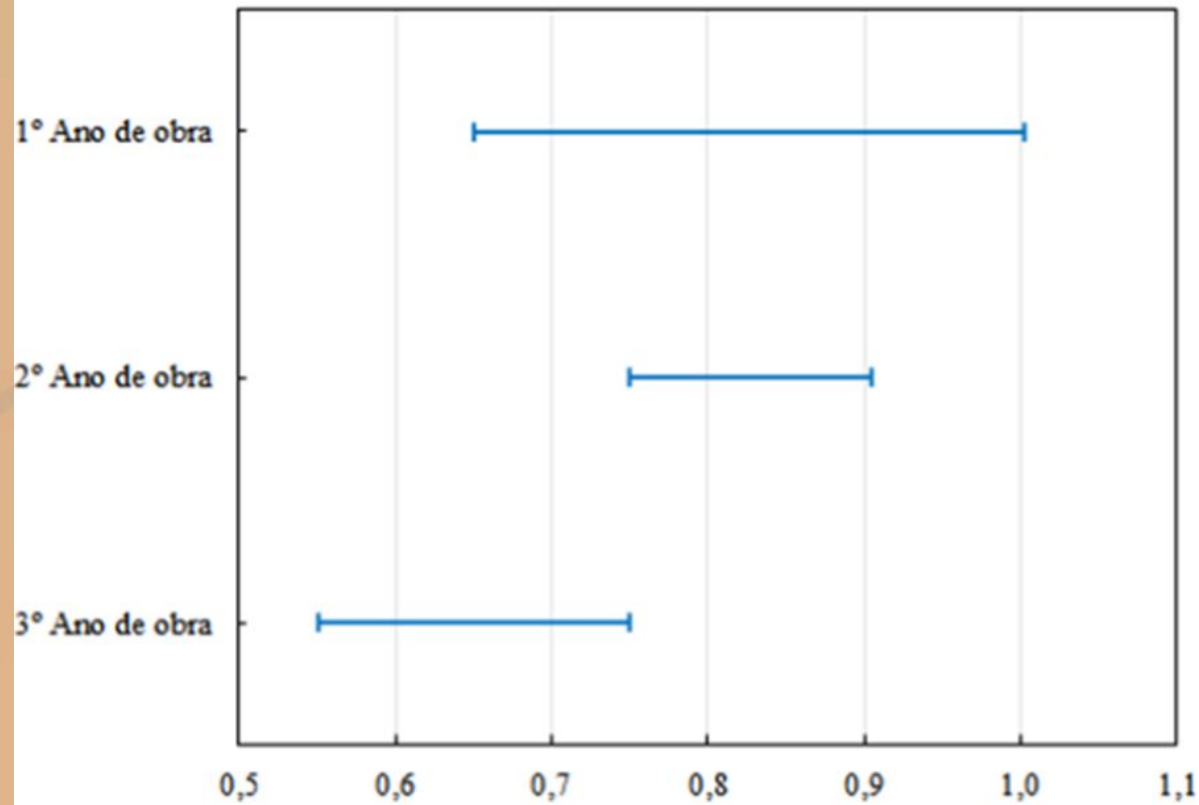
(b) Peneira N° 200

RESULTADOS E DISCUSSÕES

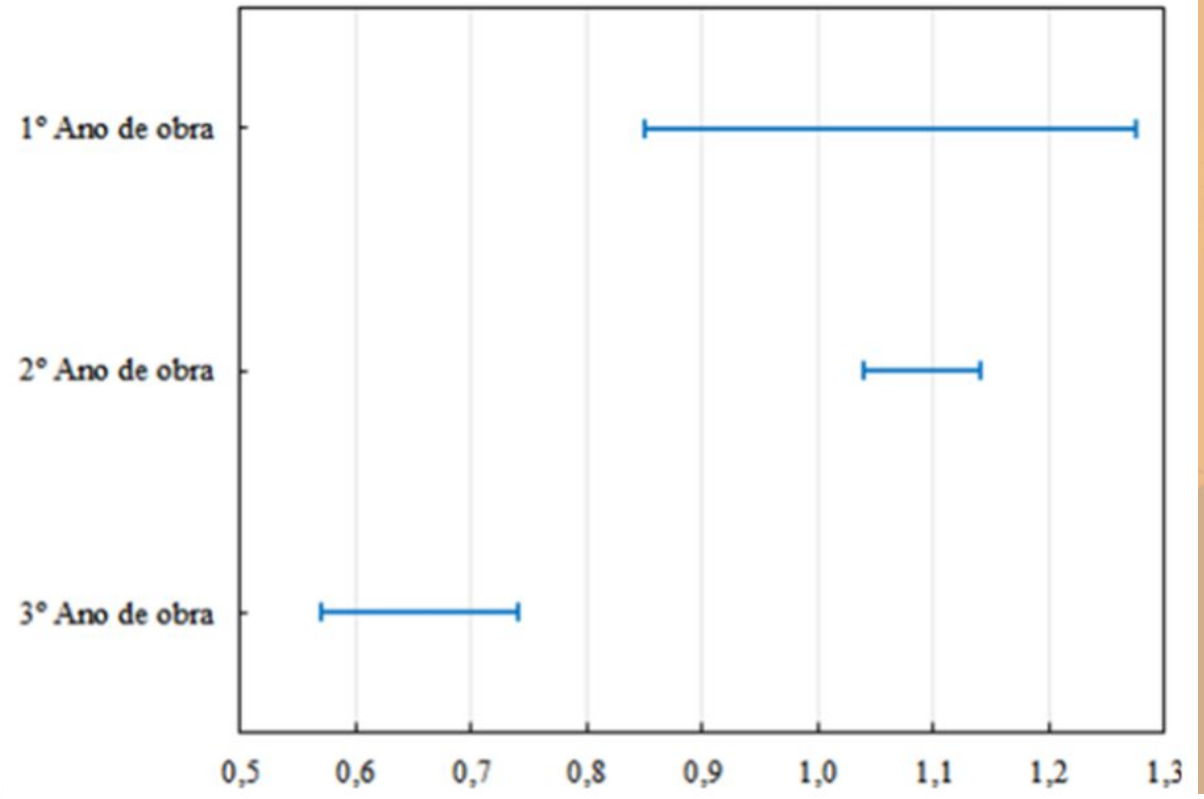
Variabilidade ao longo da obra

Grau de compactação

Análise **QUANTITATIVA**



(a) Base



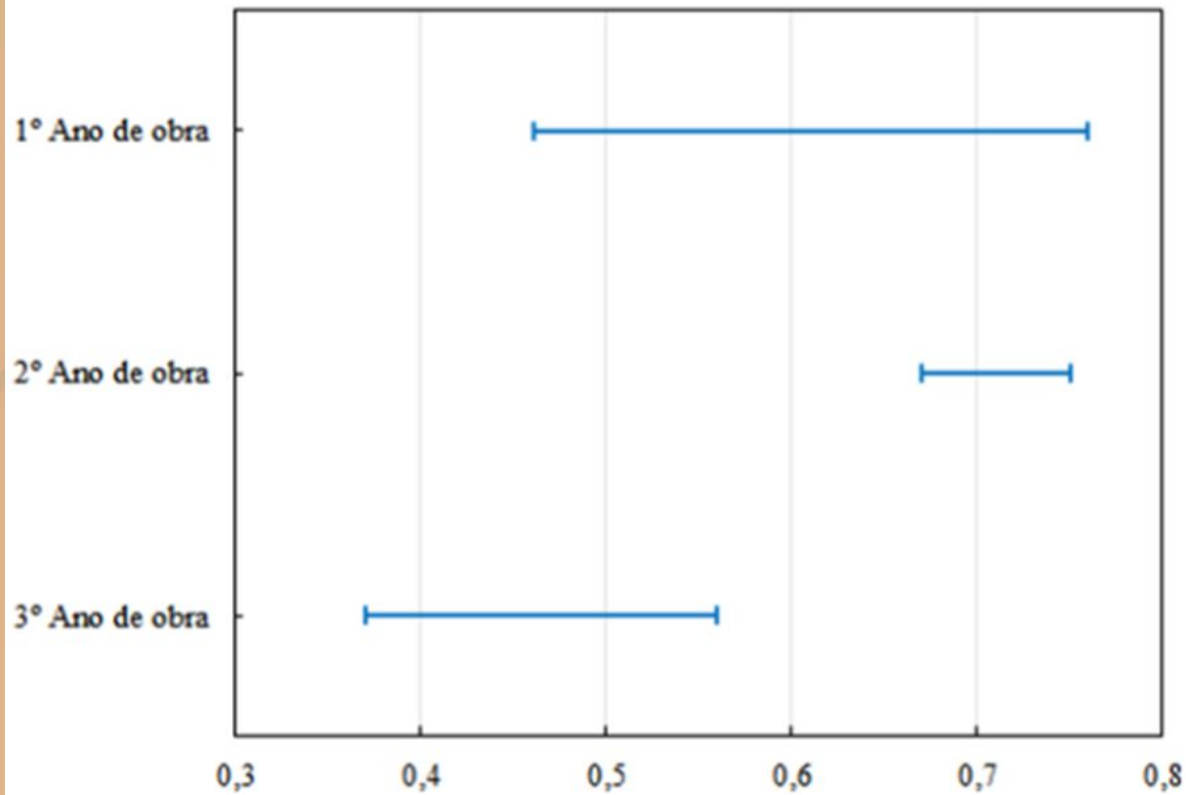
(b) Sub-base

RESULTADOS E DISCUSSÕES

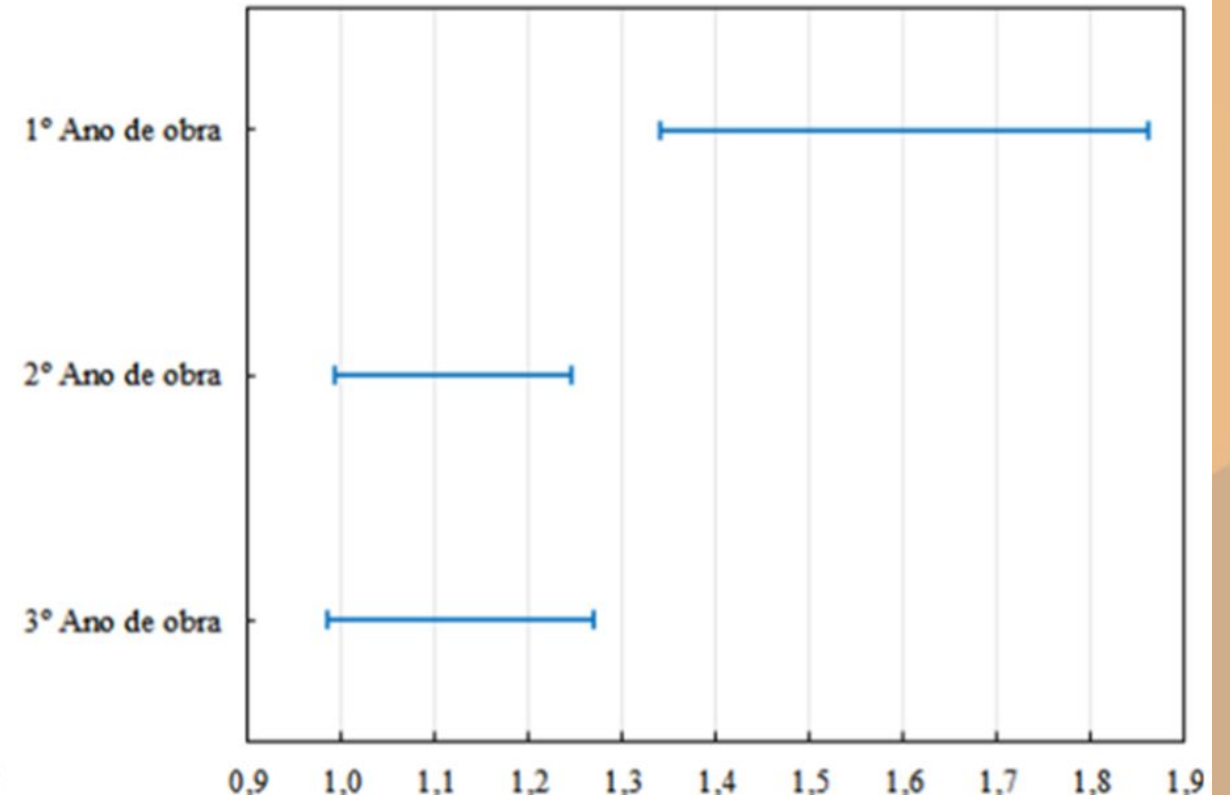
Variabilidade ao longo da obra

Umidade *in situ*

Análise **QUANTITATIVA**



(a) Base



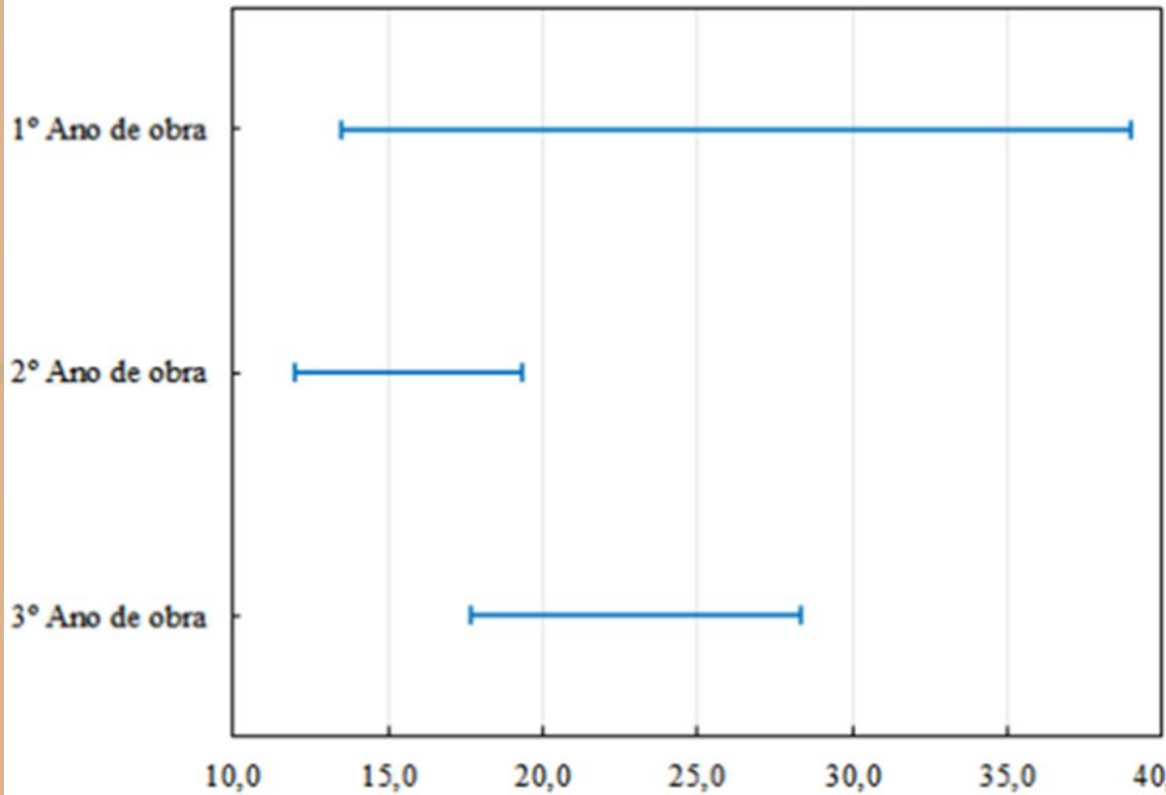
(b) Sub-base

RESULTADOS E DISCUSSÕES

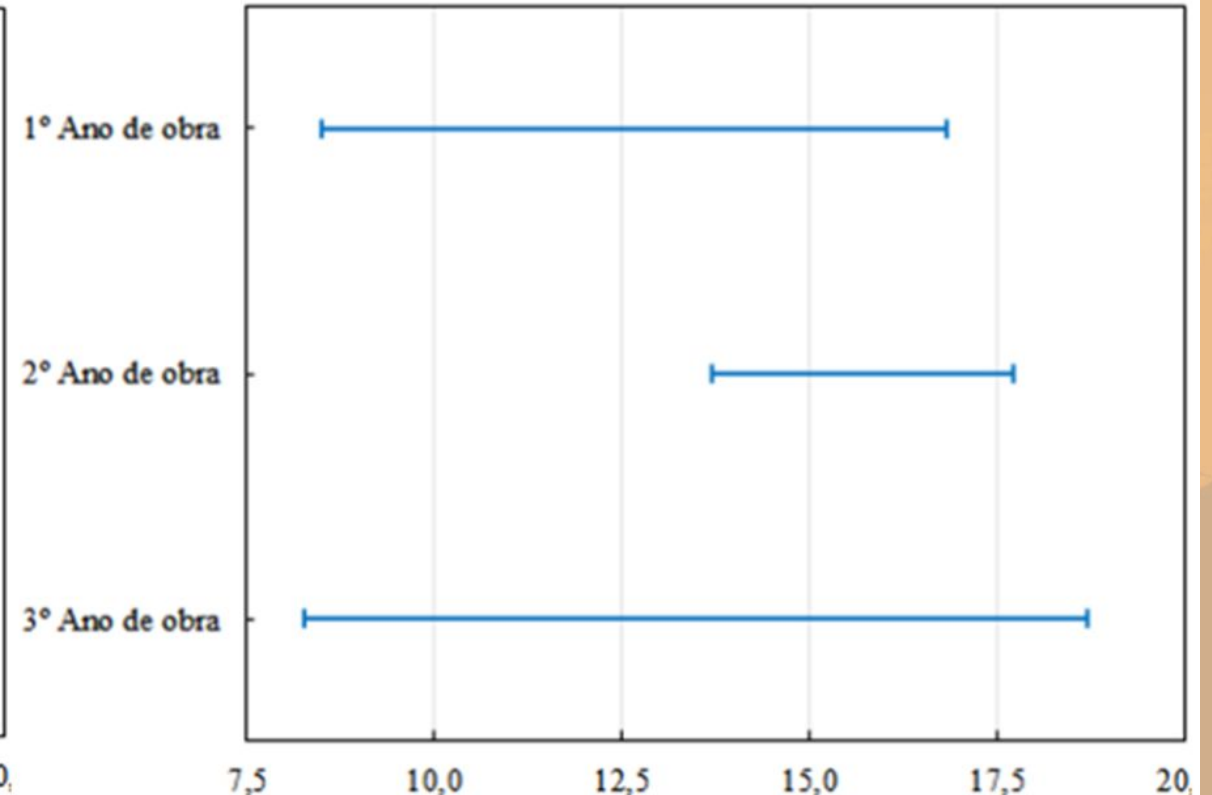
Variabilidade ao longo da obra

Índice de Suporte Califórnia

Análise **QUANTITATIVA**



(a) Base



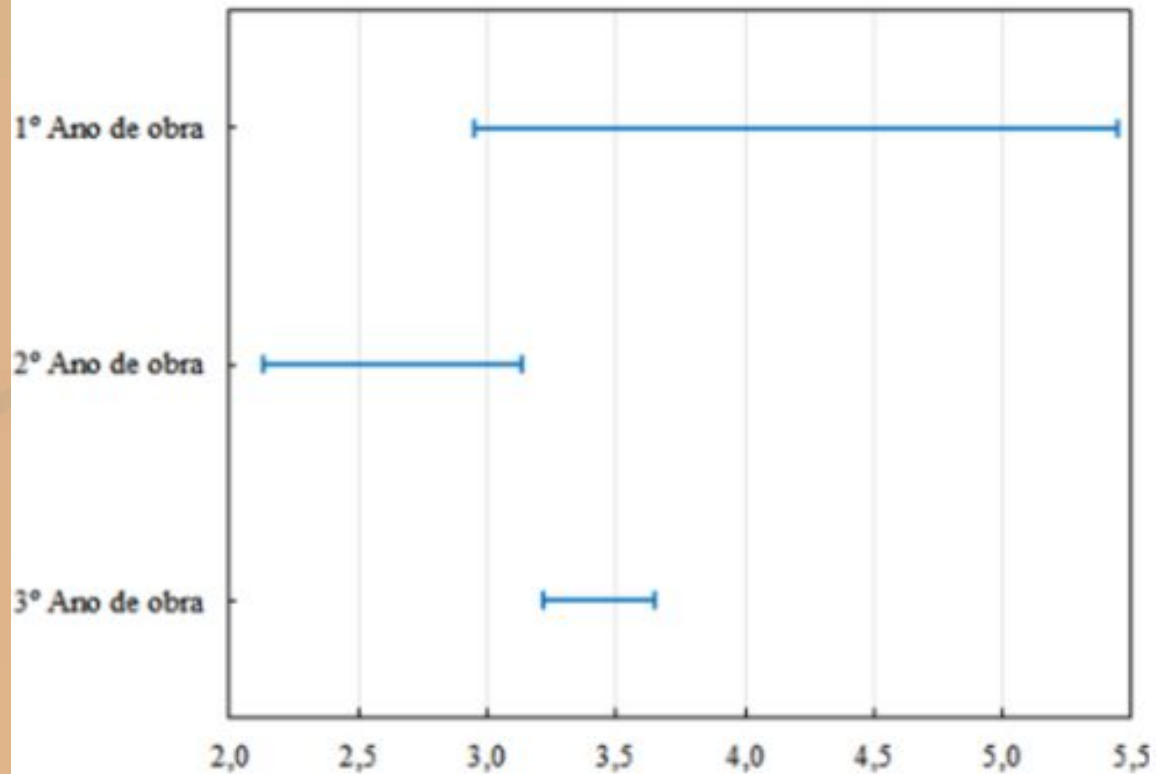
(b) Sub-base

RESULTADOS E DISCUSSÕES

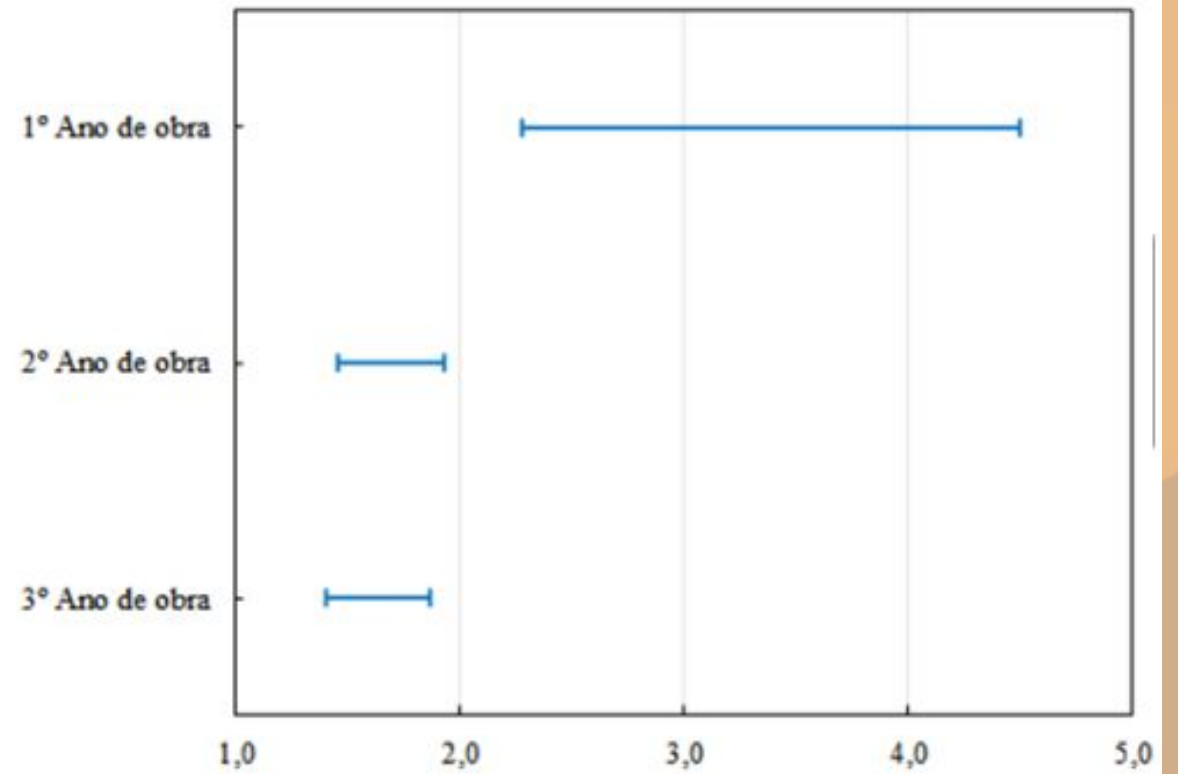
Variabilidade ao longo da obra

Peneiras N° 40 e N° 200

Análise **QUANTITATIVA**



(a) Peneira N° 40

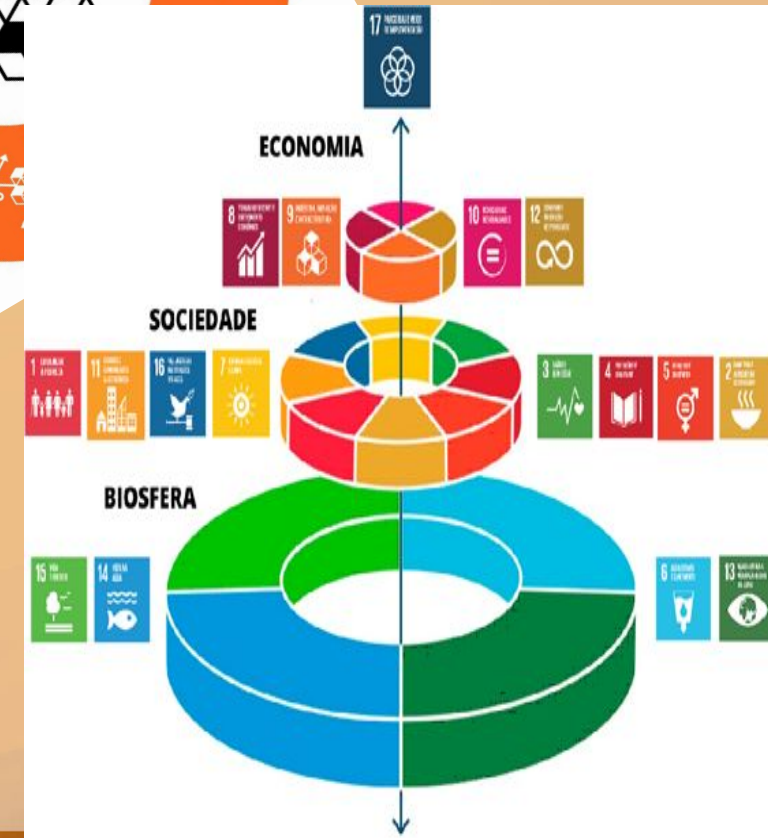


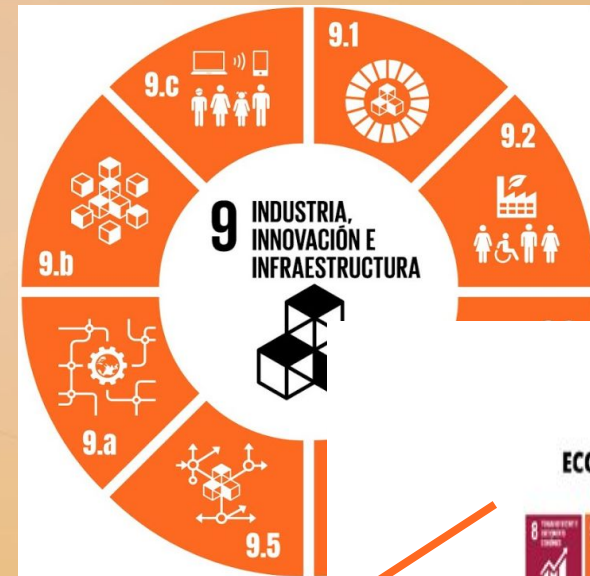
(b) Peneira N° 200

CONCLUSÕES

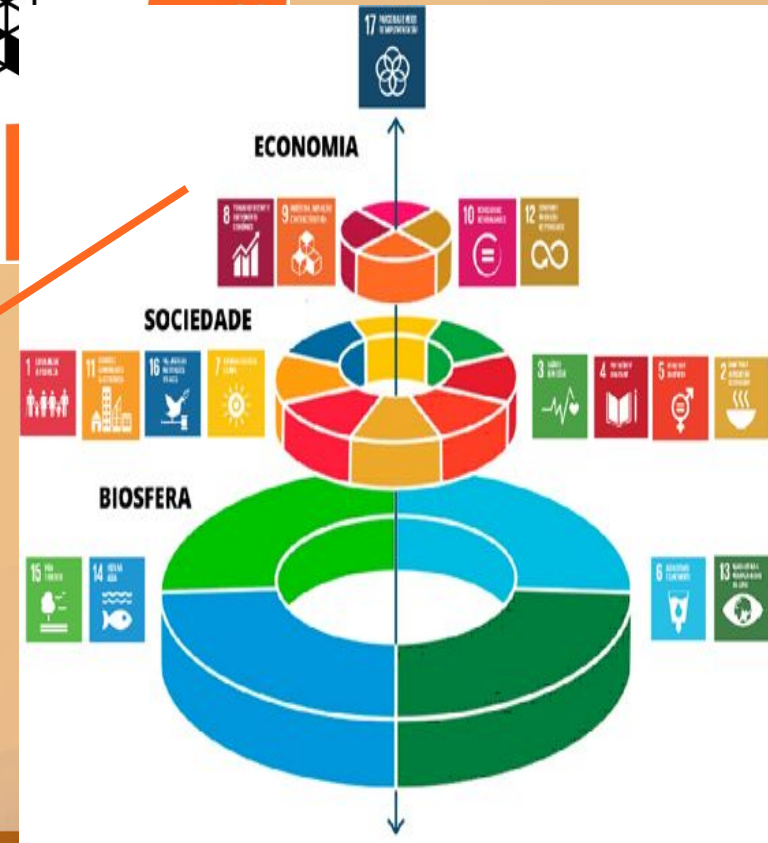
- Ratificação da variabilidade inerente aos materiais e ao método de execução;
- Evidências de diferenças estatísticas significativas, o que pode ter efeito sobre a aceitação ou rejeição;
- Em face do grau de incerteza das propriedades, reforça-se a necessidade de incluir análises de confiabilidade no dimensionamento.

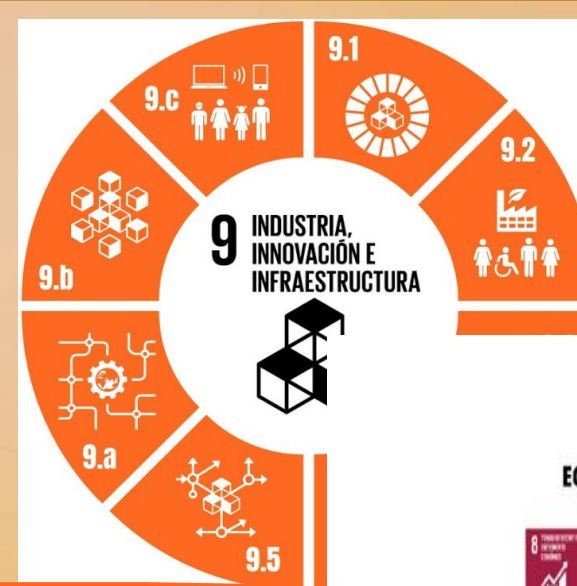
A análise estatística da variabilidade construtiva das subcamadas de uma obra rodoviária real contribui para o desenvolvimento de infraestruturas de qualidade e confiáveis, uma vez que busca compreender e caracterizar os materiais e métodos construtivos utilizados no pavimento, visando melhorar a qualidade final da estrutura.



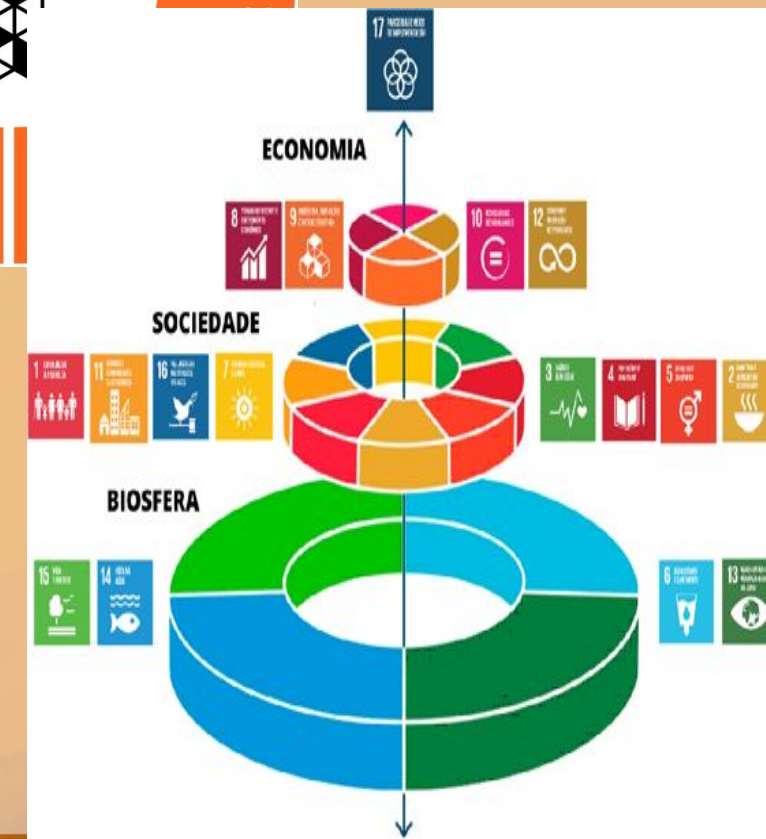


Busca-se identificar padrões executivos distintos e, assim, aprimorar os processos construtivos, visando à maior eficiência e sustentabilidade na construção de pavimentos





A análise estatística da variabilidade construtiva e a inclusão de abordagens estocásticas para a análise de confiabilidade no dimensionamento de pavimentos demonstram um esforço para aprimorar a capacidade tecnológica e incentivar a inovação na indústria de construção de infraestruturas rodoviárias.



AGRADECIMENTOS



Obrigada!