

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**EFEITOS DA COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM SEU
COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA
UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO**

Matheus Ferreira Matuella

Porto Alegre
2017

MATHEUS FERREIRA MATUELLA

**EFEITOS DA COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM SEU
COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA
UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia

Porto Alegre
2017

CIP - Catalogação na Publicação

Matuella, Matheus Ferreira
EFEITO DA COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO EM SEU COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA
UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO / Matheus Ferreira
Matuella. -- 2017.
172 f.

Orientador: Washington Peres Núñez.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-
RS, 2017.

1. Resíduos de Construção e Demolição. 2.
Comportamento Mecânico. 3. Pavimentação. 4.
Dimensionamento Mecânico-empírico. I. Núñez,
Washington Peres, orient. II. Título.

MATHEUS FERREIRA MATUELLA

**EFEITOS DA COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM SEU
COMPORTAMENTO MECÂNICO PARA
UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, na área de concentração Geotecnia e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 31 de março de 2017

Prof. Washington Peres Núñez
Dr. pela UFRGS, Brasil
Orientador

Prof. Carlos Torres Formoso
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Márcio Muniz de Farias (UnB)
PhD. pela University College of Swansea, UK

Profa. Ângela Gaio Graeff (UFRGS)
PhD. pela University of Sheffield, UK

Prof. Jorge Augusto Pereira Ceratti (UFRGS)
DSc. pela COPPE/UFRJ, Brasil

PROFESSOR CONVIDADO

Prof. Lucas Delongui (UFSM)
Dr. pela UFRGS, Brasil

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre se empenharam em me mostrar o quão importante é o conhecimento, e a meus professores, fundamentais para que isso ocorresse.

The good thing about science is that it's true whether or not you believe in it.

Neil de Grasse Tyson

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Prof. Washington Peres Núñez, orientador e amigo, por possibilitar a realização desta pesquisa, pela paciência e pelo conhecimento a mim transmitido (tanto na engenharia como na gastronomia).

Agradeço ao amigo Jair Silva, técnico do Lageotec, pelo auxílio no aprendizado e na execução dos ensaios, além da agradável companhia nesses já varios anos em que somos colegas de sala, sempre lembrando que “os dados devem ser tratados em casa”.

Agradeço à Prof^a. Wai Ying Yuk Gehling, pela amizade, pela força e por ser um exemplo de empenho e dedicação com o que se acredita.

Agradeço ao Lucas Delongui, grande amigo e colega de pesquisa na área dos RCD, pela força com o trabalho ao longo dos anos, pela parceria nas exaustivas e essenciais reuniões, pelo conhecimento compartilhado.

À Thaís Radünz Kleinert, por ajudar a aguentar a falta de paciência do William.

E ao William Fedrigo, por ajudar a aguentar as frescuras da Thaís.

Aos responsáveis pelos Laboratório de Geotecnologia e de Pavimentação, Luiz Antonio Bressani e Jorge Augusto Pereira Ceratti, que possibilitaram a realização dos ensaios e ao Prof. Dario Lauro Klein, coordenador do LEME, responsável pela pesquisa com os RCD.

Agradeço também aos técnicos, bolsistas e amigos do Lapav e do Lageotec pela companhia, troca de conhecimento e ajuda com os ensaios feitos nestes laboratórios.

À minha namorada, Marília, pela paciência com a rotina corrida durante a elaboração desse trabalho, pelo carinho e companheirismo. Te amo!

Agradeço à família, que, com muito carinho, sempre apoiou e motivou os meus estudos, dando-me suporte e atenção e não deixando faltar aquela “puxada de orelha” quando fazia-se necessário. Pai, Mãe e Gi, muito obrigado. Amo vocês.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado a mim concedida.

À Capivara!

RESUMO

MATUELLA, M. F. Efeitos da composição de resíduos de construção e demolição em seu comportamento mecânico para utilização em pavimentação. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre.

A indústria da construção civil utiliza grandes volumes de recursos naturais e, concomitantemente, produz elevadas quantidades de resíduos de construção e demolição (RCD), que são pouco reaproveitados e, às vezes, descartados de forma inadequada. Por reduzir a quantidade de matérias-primas extraídas da natureza, a construção de pavimentos aparece como destino nobre para os RCD. Contudo como esses materiais podem apresentar elevada heterogeneidade em sua composição, questiona-se se isso pode influenciar seu comportamento mecânico. A pesquisa relatada nesta dissertação buscou analisar as características físicas e comportamento mecânico de RCD de concreto (RCD cinza), e desse material misturado com RCD cerâmico (RCD vermelho). Acrescentando-se de 0 a 50% de tijolos maciços britados aos resíduos de concreto, reproduziram-se composições encontradas em obras civis. A partir de resultados de ensaios de granulometria, compactação, abrasão, compressão triaxial e módulo de resiliência (MR), compararam-se os comportamentos das mesmas. Com auxílio do *software* Everstress 5.0, foram feitas análises mecanísticas de pavimentos com bases compostas desses materiais, de forma que fossem estimados seus desempenhos frente a diferentes mecanismos de degradação. Observou-se que o aumento na porcentagem de RCD cerâmico afeta significativamente o comportamento mecânico do RCD misto, aumentando a perda de massa por abrasão e o teor de umidade ótimo de compactação, reduzindo o peso específico aparente seco máximo, a coesão e o módulo de resiliência e tornando o material menos dependente do estado de tensões. Conclui-se que a composição de resíduos de construção e demolição afeta seu comportamento mecânico e tem influência significativa no desempenho de pavimentos em que forem usados. Verifica-se que tanto os RCD cinza, quanto os mistos podem suportar as solicitações do tráfego, fortalecendo-se a filosofia de aliar a construção de pavimentos aptos estruturalmente a um modo de construir que contribua para a redução da exploração e degradação do meio ambiente.

Palavras-chave: *resíduos de construção e demolição; análise empírico-mecanística de pavimentos; comportamento mecânico.*

ABSTRACT

MATUELLA, M. F. The effects of composition of construction and demolition waste on their mechanical behavior for use in paving. 2017. MSc Dissertation – Post-Graduation Program in Civil Engineering, Federal University of Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, Brazil.

The construction industry uses large volumes of natural resources and, at the same time, produces a high amount of construction and demolition waste (CDW), which are little reused and sometimes discarded inappropriately. In order to reduce the amount of raw materials extracted from nature, the construction of pavements appears as a noble destination for the use of CDW. However, since these materials may present high heterogeneity in their composition, it is questioned whether this may influence their mechanical behavior. The research reported in this dissertation aimed at analyzing the physical characteristics and mechanical behavior of recycled concrete aggregate (RCA) and this material mixed with crushed bricks. Adding from 0 to 50% of ceramic CDW to concrete residues, compositions found in civil works were reproduced. From the results of grain size distribution, abrasion, triaxial compression and resilience modulus tests, their behavior was compared. Using Everstress 5.0 software, mechanistic analysis of pavements with bases made of these materials were performed, so that their performances against different degradation mechanisms were estimated. It was observed that the increase in the percentage of ceramic CDW influences the behavior of the mixed CDW, increasing the abrasion mass loss and the optimum compaction moisture content, reducing the apparent maximum dry unit weight, cohesion and the modulus of resilience and making the material less dependent on the stress state. It is concluded that the composition of construction and demolition waste directly influences its mechanical behavior and has a significant influence on the performance of pavements in which they are used. Both RCA and mixed CDW have the potential to withstand traffic loads, strengthening the philosophy of combining the construction of pavements structurally capable with a construction mode that contributes to the reduction of exploration and degradation of the environment.

Key-words: *construction and demolition waste; mechanistic-empirical pavement analysis; mechanical behavior.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	18
1.2	OBJETIVOS	19
1.2.1	Objetivo geral	19
1.2.2	Objetivos específicos	19
1.3	DELINEAMENTO DA PESQUISA	20
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	23
2.1.1	Geração dos RCD	23
2.1.2	Aproveitamento de RCD na Construção Civil	24
2.1.2.1	RCD em diversos setores da construção civil.....	24
2.1.2.2	RCD aplicados à pavimentação	25
2.2	RCD COMO MATERIAL GRANULAR PARA PAVIMENTAÇÃO	26
2.2.1	Estrutura de um Pavimento.....	26
2.2.1.1	Revestimento	26
2.2.1.2	Base.....	28
2.2.1.3	Sub-base.....	29
2.2.1.4	Reforço do subleito.....	31
2.2.2	Características Físicas dos RCD	31
2.2.3	Comportamento Mecânico dos RCD.....	33
2.2.3.1	Módulo de resiliência	33
2.2.3.2	Resistência ao cisalhamento na compressão triaxial	37
2.2.3.3	Parâmetros de comportamento de RCD encontrados em literatura.....	39
2.3	DIMENSIONAMENTO EMPÍRICO-MECANÍSTICO DE PAVIMENTOS.....	39
2.3.1	Modelos de previsão de desempenho	43
3	MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1	MATERIAIS ESTUDADOS.....	46
3.1.1	RCD de Concreto.....	46
3.1.2	RCD de Agregado Cerâmico	50
3.2	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	52
3.2.1	Ensaio de Caracterização Física.....	52

3.2.1.1 Granulometria.....	52
3.2.1.2 Dosagem das amostras.....	53
3.2.1.3 Compactação.....	54
3.2.1.4 Abrasão.....	56
3.2.2 Ensaios de Comportamento Mecânico.....	57
3.2.2.1 Moldagem dos corpos de prova.....	58
3.2.2.2 Módulo de Resiliência.....	59
3.2.2.3 Resistência ao cisalhamento na compressão triaxial.....	59
3.3 ANÁLISE EMPÍRICO-MECANÍSTICA DE ESTRUTURAS DE PAVIMENTOS ..	61
3.3.1 Sistemática das Avaliações.....	61
3.3.2 Estruturas Analisadas.....	62
3.3.3 Materiais Utilizados nas Estruturas Avaliadas.....	63
3.3.3.1 Revestimento.....	63
3.3.3.2 Areia de assentamento.....	63
3.3.3.3 Base.....	64
3.3.3.4 Subleito.....	64
3.3.4 Utilização do software Everstress 5.0.....	65
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISES DE RESULTADOS.....	66
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....	66
4.1.1 Análise granulométrica.....	66
4.1.2 Curvas de Compactação.....	69
4.1.3 Abrasão.....	73
4.2 COMPORTAMENTO MECÂNICO.....	73
4.2.1 Módulo de Resiliência.....	74
4.2.2 Resistência ao cisalhamento na compressão triaxial.....	77
5 AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS DE PAVIMENTOS.....	83
6 CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS.....	96
ANEXO A – Arquivos referentes às estruturas de pavimentos analisadas com o software Everstress 5.0 (enviados via e-mail).....	102
ANEXO B – Tabelas utilizadas para avaliação empírico-mecanística de estruturas de pavimentos.....	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa.....	20
Figura 2 – Geração de RCD no Brasil em 2013 e 2014 em milhões de toneladas por ano.....	24
Figura 3 – Comportamento típico de um corpo de prova durante ensaio de módulo de resiliência.....	34
Figura 4 – Diagrama de Mohr-Coulomb	37
Figura 5 – Diagrama q x p	38
Figura 6 – Fluxograma de dimensionamento empírico-mecanístico.....	42
Figura 7 – Profundidade e localização onde são avaliadas as tensões principais (σ_1 e σ_3)...	45
Figura 8 – RCD no pátio da empresa	47
Figura 9 – RCD de concreto	47
Figura 10 – RCD misto.....	48
Figura 11 – RCD Asfáltico.....	48
Figura 12 – RCD cinza antes da britagem;.....	49
Figura 13 – RCD cinza na caçamba do britador (esquerda) e após britagem (direita).....	49
Figura 14 – armazenamento, em pilhas, do RCD cinza britado	50
Figura 15 – Britador de mandíbula utilizado para cominuição dos tijolos.....	51
Figura 16 – (a) tijolos utilizados na pesquisa, (b) RCD vermelho acondicionado em bombona plástica	52
Figura 17 – Amostra do RCD cinza retidos em cada peneira	53
Figura 18 – Rasagem do corpo de prova	55
Figura 19 – Exsudação de água na base do molde e no topo do corpo de prova	56

Figura 20 – Máquina Los Angeles	57
Figura 21 – Cilindro metálico (a) desmontado, (b) montado e (c) com a membrana de látex ..	58
Figura 22 – equipamento para ensaio triaxial de cargas repetidas	59
Figura 23 – Prensa para ensaios de resistência ao cisalhamento na compressão triaxial	60
Figura 24 – Tela de ensaio do <i>software</i> Catman 4.5	61
Figura 25 – Sistemática das avaliações empírico-mecanísticas de estruturas de pavimentos..	62
Figura 26 – Representação genérica das estruturas avaliadas	63
Figura 27 – Curvas granulométricas dos RCD cinza com diâmetros máximos de 1” e 2”	66
Figura 28 - Comparação das curvas granulométricas dos RCD com D _{máx} de 1” e 2” com as faixas A e B do DNIT.....	68
Figura 29 – Comparação das curvas granulométricas dos RCD com D _{máx} de 1” e 2” com as faixas C e D do DNIT.....	69
Figura 30 – Curvas de compactação dos RCD cinza.....	70
Figura 31 – Curva de compactação dos RCD cinza com todas adições de RCD vermelho.....	71
Figura 32 – Aumento da umidade ótima com o acréscimo de RCD cerâmico	71
Figura 33 – redução do peso específico aparente seco máximo com o aumento de RCD cerâmico	72
Figura 34 – Comportamento resiliente de todas as amostras pelo modelo MR- σ_3	74
Figura 35 – Comportamento resiliente de todas as amostras pelo modelo MR- θ/P_{atm}	74
Figura 36 – variação de k ₁ em função da % de RCD cerâmico	76
Figura 37 – Comportamento resiliente das composições de RCD estudadas e o de uma BGS77	
Figura 38 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama q x p (direita) dos RCD cinza	78

Figura 39 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 10% de RCD vermelho	78
Figura 40 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 20% de RCD vermelho	79
Figura 41 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 30% de RCD vermelho	79
Figura 42 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 40% de RCD vermelho	80
Figura 43 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 50% de RCD vermelho	80
Figura 44 – Estruturas-tipo com subleito argiloso de comportamento laterítico	83
Figura 45 – Estruturas-tipo com subleito argiloso	83
Figura 46 – Estruturas-tipo com subleito argilo-siltoso	84
Figura 47 – Vida útil dos pavimentos considerando: ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}) - Subleito o solo A.....	86
Figura 48 – Vida útil dos pavimentos considerando: ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}) - Subleito o solo B.....	87
Figura 49 – Vida útil dos pavimentos considerando: ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}) - Subleito o solo C.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipologia dos RCD de um aterro em porto alegre.....	31
Tabela 2 – Tipologia dos RCD gerados em alguns países da Europa	32
Tabela 3 – Valores de ω_0 e γ_d de RCD estudados no Brasil.....	32
Tabela 4 – Quantidade de amostras e proporção de material para ensaios de compactação, módulo de resiliência e resistência ao cisalhamento	53
Tabela 5 – Quantitativo de material para o ensaio de abrasão	57
Tabela 6 – Parâmetros das curvas granulométricas.....	67
Tabela 7 – Resumo dos parâmetros ω_0 e γ_d para todas as amostras	70
Tabela 8 – Dados dos ensaios de Abrasão Los Angeles.....	73
Tabela 9 – Parâmetros k1 e k2 obtidos nas modelagens dos comportamentos dos RCD	75
Tabela 10 – Intercepto coesivo e ângulo de atrito interno dos RCD estudados e outros agregados encontrados em literatura	81
Tabela 11 – Vida útil (valores de N) considerando a ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e a deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}). Subleito – solo A.....	84
Tabela 12 – Vida útil (valores de N) considerando a ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e a deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}). Subleito – solo B.....	85
Tabela 13 – Vida útil (valores de N) considerando a ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e a deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}). Subleito – solo C.....	85
Tabela 14 – Relação entre as vidas úteis das estruturas dimensionadas com RCD cinza e RCD misto	89

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABCP: Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ASTM: *American Society for Testing and Materials*

ARC: Agregado reciclado de concreto

BG: Brita graduada

BGS: Brita graduada simples

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

c: Coesão

CCG: Cisalhamento da camada granular

cp: Corpo de prova

$D_{MÁX.}$: Diâmetro máximo

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DP: Deformação permanente

ϵ_r : Deformação recuperável

ϵ_v : Deformação vertical

ϕ : Ângulo de atrito

γ_d : Peso específico aparente seco

h_{CG} : Espessura da camada granular

Lageotec: Laboratório de Geotecnologia

LVDT: *Linear Variable Differential Transducer*

Lapav: Laboratório de Pavimentação

MCT: Miniatura Compactado Tropical

MR: Módulo de resiliência

N: Número de passagens de um eixo padrão de 8,2 t

θ : Estado de tensões

PPC: Peças pré-moldadas de concreto

RCC: Resíduos da construção civil

RCD: Resíduos de construção e demolição

SAPEM: *South African Pavements Engineering Method*

SUCS: Sistema Unificado de Classificação de Solos

σ_3 : Tensão de confinamento

σ_d : Tensão desviadora

σ_{hx} : Tensão horizontal na direção do tráfego

σ_{hy} : Tensão horizontal na direção do eixo de aplicação de cargas

σ_v : Tensão vertical

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ω_0 : Teor de umidade ótimo

1 INTRODUÇÃO

São apresentados, neste primeiro capítulo, a justificativa à realização do trabalho e o problema abordado na pesquisa. Ainda nesse segmento, são expostos os objetivos, geral e específicos, que norteiam a realização da pesquisa relatada nesta dissertação.

1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

No mundo em que vivemos, o consumo de matérias-primas não renováveis vem crescendo, cada vez mais, em decorrência do aumento populacional e do desenvolvimento da infraestrutura necessária para suprir as demandas dessa população. Desde o início da nossa civilização, o homem tem explorado e modificado o meio ambiente à sua volta em busca de conforto e eficiência.

Em tempos mais antigos, de maneira desenfreada, florestas foram desmatadas em busca de espaço e de madeira; a extração de rochas e outros materiais para a construção de edificações e pavimentos simples, também foi feita com pouca preocupação com questões ambientais.

Hoje em dia, ainda extrai-se da natureza uma infinidade de diferentes materiais, orgânicos e inorgânicos, o que ameaça a sobrevivência da vida humana. Concomitantemente, a geração de grandes quantidades de resíduos da construção civil (RCC) vem também crescendo, causando preocupação na comunidade científica. Só no Brasil, em 2015, a geração de resíduos sólidos urbanos chegou na casa dos 79,9 milhões de toneladas – dos quais cerca de 65% são Resíduos de Construção e Demolição (RCD); contando com uma cobertura de coleta de aproximadamente 91% do total gerado, 7,3 milhões de toneladas de resíduos ainda ficaram sem destinação adequada (ABRELPE, 2015).

A fim de reduzir os efeitos nocivos causados por esse desenvolvimento cada vez mais acelerado da nossa sociedade, uma das medidas mitigatórias encontrada foi a utilização dos RCC como matéria-prima para a realização de novas obras. No princípio, foi necessária a criação de diretrizes para a classificação e para o gerenciamento desses materiais, em virtude dos vários tipos de resíduos que são gerados e dos variados potenciais de contaminação ao meio ambiente que podem apresentar.

Esses resíduos, geralmente compostos por argamassa, concreto, derivados de rocha e materiais cerâmicos, além de contaminantes, como gesso, materiais plásticos, madeiras, metais, vidros e outros, apresentam uma elevada variabilidade no seu comportamento mecânico em função dessa heterogeneidade. Justifica-se, assim, a busca de uma melhor compreensão da influência da composição desses resíduos em sua resistência mecânica e em seu comportamento resiliente, de forma que se possa utilizá-los em estruturas de pavimentos com maior confiabilidade e eficácia, reduzindo os impactos ambientais da extração de novos materiais e disposição inadequada de RCD.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar o efeito da composição de resíduos de construção e demolição em seu comportamento mecânico, visando aplicação deste material como agregado granular para camadas suporte de pavimentos.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral citado, foram definidos os objetivos específicos apresentados na sequência:

- a) determinar a composição granulométrica dos RCD de concreto obtidos em uma usina de beneficiamento;
- b) obter as curvas de compactação dos RCD de concreto e das composições RCD de concreto/RCD cerâmico: 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 e 50/50;
- c) avaliar a resistência ao cisalhamento na compressão triaxial e o comportamento resiliente dessas composições;
- d) realizar, com auxílio de ferramenta computacional, um pré-dimensionamento empírico-mecânico de pavimentos com bases compostas por diferentes porcentagens de RCD de concreto e cerâmico, complementada por uma comparação com estruturas com outros agregados na camada de base.

1.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Buscando atingir os objetivos propostos, o desenvolvimento da pesquisa seguiu as etapas apresentadas no fluxograma da figura 1 e descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) elaboração de um plano experimental;
- c) verificação dos equipamentos nos laboratórios;
- d) realização de ensaios de caracterização;
- e) realização de ensaios de comportamento mecânico;
- f) análise dos resultados;
- g) dimensionamento de estruturas de pavimentos;
- h) comparação dos comportamentos das estruturas;
- i) considerações finais.

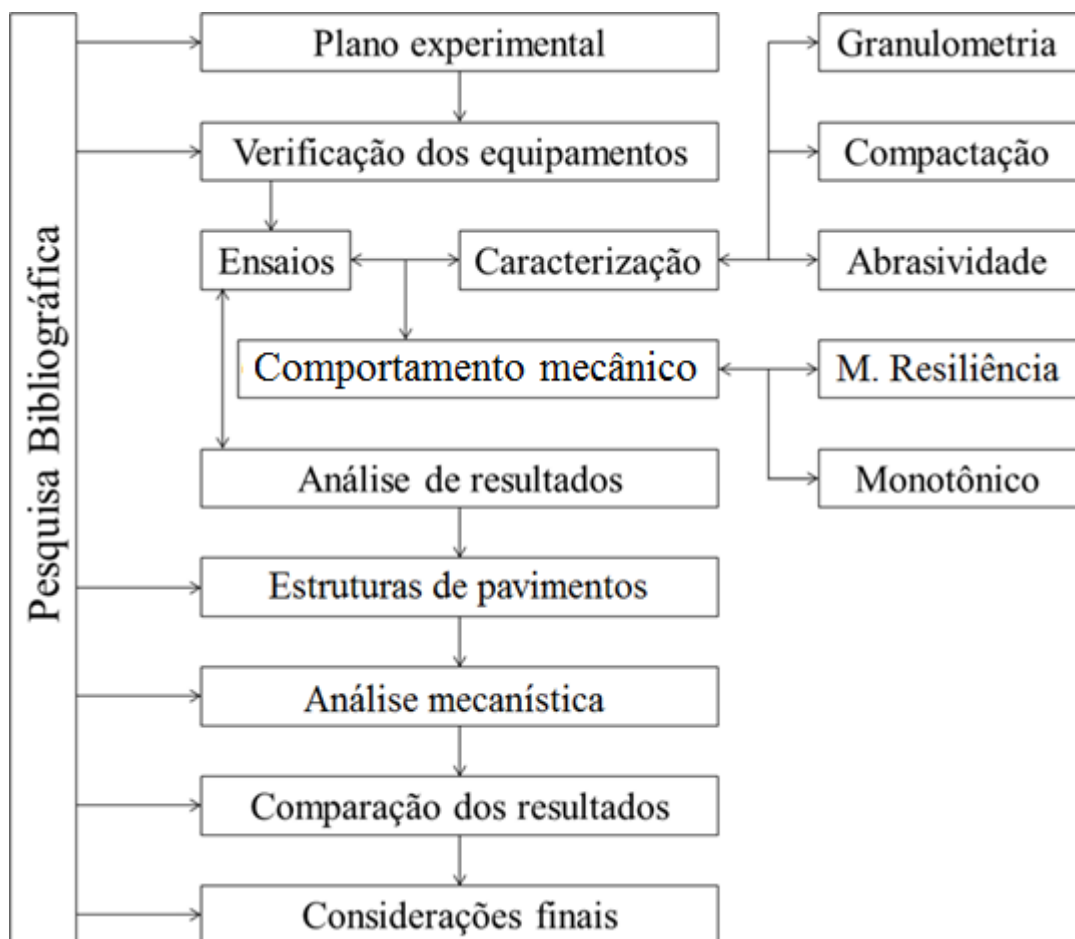


Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa

A pesquisa bibliográfica foi uma etapa essencial do trabalho. Ela serviu como embasamento teórico e referência para as tomadas de decisão e foi desenvolvida ao longo da pesquisa. Durante essa etapa, buscou-se avançar no conhecimento do assunto estudado, principalmente a partir da análise de estudos envolvendo esses materiais, e também de normas e manuais técnicos que abordam esses assuntos.

A partir desse aporte teórico, iniciou-se o planejamento do projeto experimental. Sabendo-se que se trata de um agregado granular e que sua aplicação será em estruturas de pavimentos, consideraram-se indispensáveis os ensaios de granulometria, de compactação e de abrasão, visando obter suas características físicas.

Já para avaliar o efeito da composição dos RCD no comportamento mecânico e posterior pré-dimensionamento de pavimentos consideraram-se necessários os ensaios de módulo de resiliência e resistência ao cisalhamento na compressão triaxial. Antes da realização dos ensaios, foi necessário verificar as condições de operação dos equipamentos, a fim de evitar, ao máximo, possíveis contratempos.

A partir da análise dos resultados encontrados, obtiveram-se os parâmetros de entrada utilizados no *software* Everstress 5.0, empregado para calcular tensões, deformações e deslocamentos em uma série de pavimentos propostos para emprego em vias urbanas.

De posse dessas respostas estruturais, foi feita uma comparação de desempenho das estruturas selecionadas, empregando-se modelos de previsão de diferentes mecanismos de degradação.

O delineamento da pesquisa permitiu concluir sobre a influência da composição no comportamento mecânico dos RCD, com base em resultados laboratoriais e na estimativa de desempenho desses materiais em campo.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa foi dividida em cinco capítulos, descritos na sequência.

Neste primeiro capítulo foi apresentada a introdução da pesquisa, incluindo a do tema estudado, sua importância e os objetivos que se pretenderam alcançar com a realização dessa pesquisa.

O capítulo 2, dividido em três partes, abrange a revisão de literatura. Nela discorre-se, de forma geral, sobre os RCD e suas aplicações na construção civil e na área de pavimentação, especificamente. Nesse capítulo explora-se, ainda, o dimensionamento empírico-mecânico de pavimentos, de forma que, ao fim do trabalho, seja avaliado o comportamento desses materiais quando aplicados em campo. Almeja-se, com isso, incrementar o conhecimento sobre o material foco desta pesquisa, assim como sobre as práticas vigentes no emprego desses resíduos.

Os diferentes materiais estudados são apresentados no início do terceiro capítulo. Nessa seção são comentados sua obtenção e os processos de beneficiamento adotados em sua produção. Este capítulo descreve, também, em suas segunda e terceira partes, as metodologias utilizadas nas caracterizações física e de comportamento mecânico dos materiais, assim como na avaliação empírico-mecânica de pavimentos.

No quarto capítulo são apresentados e analisados os resultados experimentais obtidos, enquanto no capítulo 5 são apresentadas as análises das estruturas dimensionadas com RCD e com brita graduada simples (BGS). As conclusões obtidas com esta pesquisa e sugestões para continuidade de pesquisas envolvendo os RCD são apresentadas no capítulo 6.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Aqui são abordados três assuntos pertinentes à dissertação. Primeiramente os resíduos de construção e demolição em si; na sequência, o comportamento de materiais granulares não cimentados aplicados à pavimentação, e, por fim, o dimensionamento de pavimentos por métodos empírico-mecanísticos.

2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Os resíduos de construção e demolição, segundo o CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002),

são os [resíduos] provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc. [...].

Assim, o leque de materiais que compõe os RCD mostra-se bastante amplo, dificultando a reutilização desses materiais em virtude da variabilidade de comportamento que podem apresentar, tanto em termos de resistência mecânica quanto em contaminação do meio ambiente, durabilidade, reatividade química, reologia, entre outras questões.

2.1.1 Geração dos RCD

Sociedades em busca crescente por desenvolvimento são totalmente dependentes da infraestrutura gerada pela construção civil. Entretanto, atrelada a esse desenvolvimento, mostra-se sempre presente a geração de resíduos durante a construção e a manutenção de edificações, estradas e outras obras, além dos provenientes de demolições. Normalmente, estes resíduos eram – e por vezes ainda são – simplesmente descartados no meio ambiente, sem nenhuma preocupação com o desperdício de material e com a poluição ambiental associada. Só no ano de 2015, cerca de 45 milhões de toneladas de RCD foram coletadas no território nacional; um aumento de 1,2% em relação ao ano anterior. Desses totais, em torno de 65% são gerados só nas regiões Sul e Sudeste, como mostra a figura 2 (ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2015). Em estudos mais pontuais, como o realizado por Bernardes *et al.* (2008), verificou-se a geração de 27.130 m³ de RCD na cidade de Passo Fundo/RS no período de um ano, mostrando que mesmo em municípios de menor tamanho existe a produção de quantidade suficiente de material para ser empregado em obras de menor escala, como pavimentos urbanos. Pode-se notar, assim, que nessas regiões existe o potencial de uso desses materiais que, se empregados da maneira certa, reduzem os impactos ambientais e podem gerar benefícios financeiros para essas localidades.

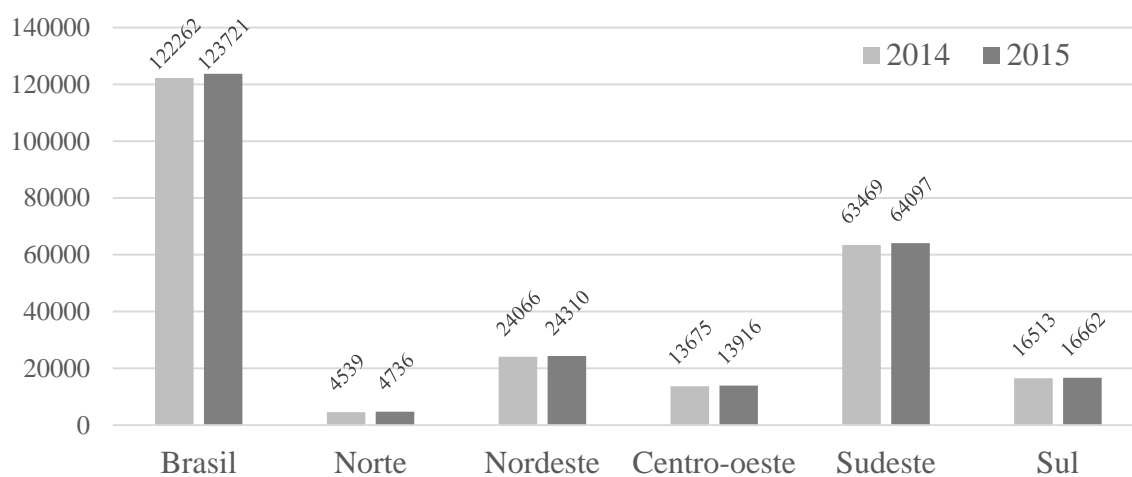


Figura 2 – Coleta de RCD no Brasil em 2014 e 2015 em toneladas/dia

(Fonte: ABRELPE, 2017)

2.1.2 Aproveitamento de RCD na Construção Civil

O reaproveitamento de RCD, de forma geral, é algo que já vem sendo realizado há algum tempo, embora, no princípio, esse reuso fosse bastante pontual (NAGALLI, 2014). Com o passar do tempo, a utilização desses materiais vem crescendo, da mesma forma que crescem pesquisas sobre como empregá-los da melhor forma, fazendo com que se reduza a desconfiança de técnicos e de empreiteiros acerca de sua aplicabilidade.

2.1.2.1 RCD em diversos setores da construção civil

Os RCD têm, na construção civil, uma gama de opções de utilização, desde aplicações bastante simples, quando empregados no lugar de solo ou brita, como material para aterro, e em aplicações mais nobres, quando utilizados agregados graúdos para produção de concreto sem finalidade estrutural. Contudo que seja realizado o beneficiamento desse material antes de sua utilização, atendendo às restrições normativas contidas na norma NBR 15116

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), seu desempenho pode vir a ser praticamente o mesmo que o de matérias-primas virgens, utilizadas normalmente.

2.1.2.2 RCD aplicados à pavimentação

Mesmo que no reaproveitamento possa haver diversos rumos, segundo Zordan (2003), a melhor destinação que pode ser dada aos RCD é a área de pavimentação. Por consumir grandes quantidades de material, até mesmo em pequenas obras – em comparação a outras opções de destinação –, essa área mostra-se como um nicho promissor para a utilização desses materiais.

Desde que tenham o tratamento adequado e se enquadrem nas especificações técnicas, os RCD podem ser utilizados tanto em camadas de reforço do subleito, como também em camadas de sub-base, de base e até no próprio revestimento. Além disso, outro ponto que favorece a utilização de RCD em pavimentos é o fato de que as especificações técnicas que norteiam a utilização desse material na área rodoviária são menos restritivas, quando comparadas à sua utilização como concreto estrutural, por exemplo. Pode-se, ainda, utilizar os RCD como adição a solos com mau comportamento mecânico (estabilização), ou também como matéria-prima na confecção de elementos pré-moldados, como blocos intertravados para revestimentos.

No que tange o quantitativo de material disponível para uso em obras da construção civil, após a publicação da resolução 448 do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2012), que estabeleceu como responsável o gerador de resíduos e deu diretrizes sobre a disposição desses materiais, houve um grande aumento na procura por locais legalizados que recebessem os RCD e dessem uma destinação adequada a eles. Assim, o volume disponível desses agregados alternativos para utilização em obras de pavimentação vem crescendo a cada ano, principalmente nos grandes centros urbanos, onde há maior facilidade de emprego desses agregados em obras como estacionamentos, passeios e pavimentos urbanos.

2.2 RCD COMO MATERIAL GRANULAR PARA PAVIMENTAÇÃO

Um pavimento é uma estrutura formada por várias camadas compostas por diferentes materiais, dimensionada para funcionar por um determinado tempo, baseando-se na projeção do tráfego esperado nesse empreendimento. As camadas trabalham em conjunto, de forma que nelas se dissipem as pressões aplicadas no topo do pavimento, geradas pela passagem dos veículos, e que resistam às condições climáticas, propiciando aos usuários condições de trafegar com conforto e segurança, segundo Bernucci *et al.* (2008). Essa estrutura é calculada de forma que, durante esse tempo, não sejam geradas deformações excessivas no subleito, que normalmente é a camada com menor resistência no conjunto.

2.2.1 Estrutura de um Pavimento

As diferentes camadas que compõem a estrutura de um pavimento são o revestimento, a base, a sub-base e, em alguns casos, o reforço do subleito e o subleito. Geralmente, ao se projetar essa estrutura, utiliza-se, para cada camada, materiais com diferentes características, já que cada uma desempenha uma função diferente (BERNUCCI *et al.*, 2008).

2.2.1.1 Revestimento

A camada superior de um pavimento é a camada de revestimento. Em pavimentos muito rudimentares, e que não deixam, por isso, de ser importantes, já que são a única alternativa viável em algumas situações, uma simples camada de solo compactada já é uma camada de revestimento. Embora geralmente pouco durável, devido à baixa resistência às condições climáticas e às elevadas deformações causadas por cargas elevadas, essa camada tem capacidade de promover certa proteção ao subleito. Esse revestimento é indicado para situações em que os recursos financeiros são muito escassos ou quando o volume de tráfego é muito pequeno.

Para volumes de tráfego mais elevados, Pinto e Preussler (2001) sugerem três tipos de pavimentos: os rígidos, os semirrígidos e os flexíveis.

A camada de revestimento em um pavimento rígido é composta de concreto produzido com cimento Portland e apresenta elevado módulo de elasticidade. Dada essa característica, a camada é projetada de forma a ser responsável por dissipar praticamente todas as tensões geradas pelo tráfego. É comum, ao se utilizar essa alternativa de revestimento, que não se

tenha camada de base, sendo o revestimento apoiado diretamente na sub-base (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Os pavimentos semirrígidos seguem parte desse princípio. A diferença está na camada de base, que normalmente é composta por materiais quimicamente enrijecidos, de forma que nela sejam dissipadas as principais tensões.

O terceiro tipo de pavimento, o mais utilizado nas vias pavimentadas do país, é o flexível, que é composto, normalmente, por todas essas camadas, de maneira que as tensões se dissipem em todas elas, mas principalmente nas camadas de revestimento e de base. A camada superior é também um tipo de concreto, mas o agente cimentante utilizado é o ligante asfáltico (BERNUCCI *et al.*, 2008). Essas camadas são dimensionadas, geralmente, a partir do módulo de resiliência do material a ser utilizado para cada uma delas. Os valores desses módulos devem, preferencialmente, ser decrescentes, do revestimento ao subleito, de forma que as camadas superiores sejam mais resistentes às solicitações geradas pelo tráfego. Pinto e Preussler (2001) destacam, sobre a camada de revestimento, que além de ser projetada para a sua principal função, que é resistir às solicitações impostas pelo tráfego, ela deve ser dimensionada de forma que:

- a) resista às forças abrasivas dos pneus dos veículos;
- b) reduza a penetração de água superficial;
- c) propicie uma superfície resistente ao deslizamento dos veículos;
- d) proporcione um rolamento suave e uniforme ao tráfego.

Assim, em virtude da elevada abrasividade que comumente apresentam, os RCD geralmente têm aplicabilidade nas camadas de revestimentos submetidos a um baixo volume de tráfego, sendo normalmente indicados nas camadas que suportam o revestimento.

Entretanto, ao se tratar de pavimentos urbanos, outras opções, como paralelepípedos e peças pré-moldadas de concreto (PPC), podem ser empregadas no lugar do revestimento asfáltico, já que as solicitações implicadas pelo tráfego são menores que nas rodovias. Antigamente utilizados apenas em estacionamentos e passeios de pedestres, esses blocos, com diversos formatos e composições, vêm sendo utilizados com maior frequência em obras de

pavimentação urbana, rodovias e pistas de manobra de aeroportos (MEDINA e MOTTA, 2005).

2.2.1.2 Base

A camada de base, situada imediatamente abaixo da camada de revestimento, tem função principalmente estrutural, promovendo a resistência e a rigidez da estrutura. Além de assegurar que o revestimento não rompa prematuramente por fadiga, essa camada deve limitar as tensões de compressão atuantes no topo do subleito e na sub-base, de forma a reduzir significativamente (ou até eliminar) as deformações atuantes nas camadas subjacentes (PINTO e PREUSSLER, 2001). Quando não é uma camada cimentada, ou quando não apresenta granulometria contínua, pode ter função de auxiliar na drenagem do pavimento. Senço (2007) apresenta algumas definições para bases em diferentes grupos: rígidas e flexíveis.

As bases rígidas, como o próprio nome sugere, são estruturas pouco flexíveis formadas a partir da mistura de materiais geotécnicos com aglutinantes químicos. Segundo o mesmo autor, as mais comumente utilizadas são:

- a) concreto de cimento: uma mistura uniforme e convenientemente dosada de agregados graúdos, areia, cimento e água. É o tipo de base que mais se caracteriza como rígida em virtude da elevada cimentação e do cuidado com a proporção dos materiais utilizados;
- b) macadame de cimento: é uma base composta por agregados de diâmetro máximo entre 50 mm e 90 mm, cujos vazios são preenchidos por uma mistura de granulometria mais fina. Essa, por sua vez, apresenta a incorporação de cimento, de forma que, além do intertravamento propiciado pelos agregados de maior diâmetro, haja uma ligação química entre elas em virtude dessa adição;
- c) solo-cimento: uma composição feita a partir de um solo escolhido, cimento e água, em proporções estudadas de antemão, de forma que, quando homogeneizada e compactada adequadamente, essa mistura apresenta uma razoável rigidez que satisfaz as condições exigidas para funcionar como base de pavimento.

O segundo grupo é formado pelas bases flexíveis, que são camadas construídas com solos ou materiais granulares, sem que haja cimentação destes elementos. Ainda conforme Senço (2007), dentre elas, destacam-se:

- a) solo estabilizado: uma camada construída com algum tipo de solo, satisfazendo algumas especificações, como granulometria e limites de Atterberg. Essa estabilização pode ser alcançada tanto de forma natural quanto de forma artificial;
- b) macadame hidráulico: sendo uma variação do macadame original, a estrutura do macadame hidráulico é constituída de uma ou mais camadas de pedra britada, com agregados de maior dimensão, preenchidos por agregado de menor granulometria, promovendo o travamento dos agregados graúdos. A adição do material de enchimento, mais fino, é feita com o auxílio de água, justificando o nome empregado;
- c) brita graduada (BG): sendo uma das mais usuais bases compostas por materiais pétreos, a BG, ou brita graduada simples (BGS), é uma mistura feita em usina (geralmente instalada em uma pedreira), de agregado, material de enchimento e água. É um material muito similar ao macadame hidráulico (não em relação ao diâmetro máximo, mas em relação à composição), mas com vantagens no que se refere ao processo construtivo;
- d) macadame betuminoso: também conhecido pelo termo “base negra”, é um material proveniente da superposição de camadas de agregados interligadas por pinturas de material betuminoso. O número de camadas é dependente de projeto, em função do diâmetro máximo dos agregados contidos em cada camada. Estes, por sua vez, têm sua granulometria estabelecida em relação às camadas inferiores, podendo, inclusive, chegar-se ao nível final superior com granulometria própria de camada de revestimento;
- e) paralelepípedo e alvenaria poliédrica (por aproveitamento): são incluídas, ainda, entre as bases flexíveis, as bases de paralelepípedos e de alvenaria poliédrica. Como base, correspondem a leitos de antigas estradas que, com a maior velocidade atingida pelos veículos, deixaram de apresentar interesse, dado principalmente à trepidação e à alta sonoridade que provocam. Esses antigos revestimentos passaram a ser recapeados com misturas betuminosas, o que justifica a inclusão dessas camadas entre as bases flexíveis, por aproveitamento.

Embora a composição dos RCD seja muito variada, pode-se considerar sua utilização da mesma forma que a brita graduada, já que, geralmente, ambos apresentam curvas granulométricas na mesma ordem de grandeza. Deve-se, contudo, assegurar-se quanto ao comportamento mecânico desse material, realizando ensaios que mostrem que os resíduos encaixam-se nas especificações normativas.

2.2.1.3 Sub-base

A utilização de uma camada de sub-base, situada entre a base e o subleito (ou o reforço de subleito, quando existir), geralmente é indicada quando, para distribuir adequadamente os

esforços das camadas superiores às inferiores, a camada de base resulta em uma camada muito espessa (BALBO, 2007). Assim, por razões econômicas e construtivas, reduz-se a espessura da camada de base, geralmente constituída por um material com custo mais elevado, por uma de material menos nobre. São camadas particularmente comuns em rodovias de elevado volume de tráfego, exceto quando o subleito apresenta uma excelente capacidade de suporte (PINTO e PREUSSLER, 2001). Além de reduzir a espessura da camada de base, os autores destacam que a sub-base tem como funções:

- a) evitar a ascensão de materiais finos do subleito (ou do reforço do subleito, quando presente) às camadas superiores;
- b) auxiliar na drenagem do pavimento;
- c) formar um local de trabalho onde veículos de carga, necessários para a construção do pavimento, possam trafegar.

Quando sua utilização ocorre em estruturas de pavimentos rígidos, as principais funções dessa camada são, além de evitar a ascensão de finos e auxiliar na drenagem,

- a) evitar recalques diferenciais elevados em diferentes pontos do revestimento;
- b) evitar a propagação de trincas.

Segundo Senço (2007), a sub-base é a camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou sobre o reforço do subleito. Como regra geral – com exceção dos pavimentos de estrutura invertida –, o material constituinte da sub-base deverá ter características tecnológicas superiores às do material de reforço; por sua vez, o material da base deverá ser de melhor qualidade que o material da sub-base.

Portanto, da mesma forma que os RCD podem ser empregados nas camadas de base, esse material tem aplicabilidade nas camadas de sub-base. Contudo, visto que nesse trabalho o foco é a avaliação da influência da incorporação de RCD cerâmico em RCD de concreto, não serão utilizadas camadas de sub-base nas estruturas avaliadas, visto que essas camadas poderiam mascarar algum comportamento apresentado pelos RCD nas camadas de base.

2.2.1.4 Reforço do subleito

Quando o material que compõe o subleito não é um bom material para ser utilizado como camada suporte, em virtude de um tráfego muito elevado, exigindo alta resistência do pavimento, é indicada a utilização de uma camada de reforço do subleito (SENÇO, 2001). Geralmente, conforme o autor, são utilizadas camadas de reforço com espessuras elevadas, pois elas não costumam ser dimensionadas com materiais de elevadas resistências. Estes devem, contudo, “[...] atender a algumas condições mínimas de qualidade, como, por exemplo, um Índice Suporte Califórnia da ordem de 10 ou mais.” (SENÇO, 2001). Na imensa maioria dos casos, o material utilizado para esse fim seria qualquer tipo de solo encontrado no entorno da obra, contanto que atenda às especificações técnicas. Dessa maneira, embora não seja uma destinação tão nobre quanto ser utilizado em bases ou sub-bases, os RCD também teriam aplicabilidade como camada de reforço de subleito, desde que haja volume suficiente de material para viabilizar seu emprego e que atenda às especificações normativas.

2.2.2 Características Físicas dos RCD

Os resíduos de construção e demolição geralmente apresentam uma elevada heterogeneidade na sua composição. Estudos como o de Leite (2001) e Lovato (2007) apontam dados, resumidos na tabela 1, que mostram os diferentes tipos de materiais encontrados nos RCD de aterros localizados na cidade de Porto Alegre.

Tabela 1 – Tipologia dos RCD de um aterro em porto alegre

Estudo	Derivados de material cerâmico	Derivados de cimento	Derivados de Rocha	Outros
Leite (2001)	26,33%	43,33%	29,84%	0,39%
Lovato (2007)	30,75%	53,91%	1,54%	13,8%

(fonte: Leite, 2001; Lovato, 2007)

Outro estudo, realizado por Coronado *et al.* (2011), mostra a composição de resíduos de construção e demolição gerados em diversos países da Europa, resumidos na tabela 2, abrangendo o período de 2001 a 2007.

Tabela 2 – Tipologia dos RCD gerados em alguns países da Europa

Composição	Resíduos (%)						
	Holanda	Dinamarca	Estônia	Finlândia	República Tcheca	Espanha	Alemanha
	(2001)	(2003)	(2006)	(2006)	(2006)	(2005)	(2007)
Concreto	40	32	17	33	33	12	70
Alvenaria	25	8	-	-	35	54	-
Diferentes resíduos minerais	2	-	-	-	-	9	-
Concreto asfáltico	26	24	9	-	-	5	27
Madeira	2	-	-	41	-	4	-
Metais	1	-	40	14	-	3	0,4
Gipsita	-	-	-	-	-	0,2	-
Plásticos	-	-	-	-	-	2	-
Diversos	7	36	34	12	32	12	3

(fonte: Coronado *et al.*, 2011)

Assim, percebe-se que não é incomum que os RCD apresentem características físicas distintas entre si. Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com esse tipo de material, mostrando que as umidades ótimas de compactação (ω_0) e os pesos específicos aparente secos máximos (γ_d) podem variar enormemente para cada fonte de RCD, em virtude da maneira de reciclar esses materiais e dos diferentes tipos de resíduos que os compõem. Valores encontrados em literatura, para agregados trabalhados na energia intermediária de compactação e compostos por diferentes proporções de RCC, estão agrupados na tabela 3.

Tabela 3 – Valores de ω_0 e γ_d de RCD estudados no Brasil

Fonte do material analisado	ω_0 (%)	γ_d (g/cm ³)	Autor
Porto Alegre (RS) – agregado misto trabalhado de diversas maneiras	11,9 a 13,1	1,84 a 1,88	Delongui (2016)
Porto Alegre (RS) – agregado misto	15,2	1,70	Matuella (2014)
Santa Maria (RS) – diversas fontes de agregado misto	10,0 a 17,0	1,79 a 2,35	Delongui (2012)
Belo Horizonte (MG) – agregado misto com granulometrias variadas	13,0 a 13,8	1,83 a 1,87	Fernandes (2004)
Rio de Janeiro (RJ) – agregado misto	17,0	1,76	
Rio de Janeiro (RJ) – agregado de concreto	15,2	1,82	

São Paulo (SP) – agregado misto	14,6	1,76	Leite (2007)
Uberlândia (MG) – agregado misto	9,3	1,98	Moreira (2006)
Victoria (Austrália) – agregados de várias composições	11,0 a 12,5	1,94 a 1,99	Arulrajah (2012)

Quando atentamos, ainda, à perda de massa por abrasão, encontramos resultados que variam entre, aproximadamente, 30% e 60% (MOTTA, 2005; ARULRAJAH *et al.* 2013a; MATUELLA, 2014; DELONGUI, 2016), não se descartando a possibilidade de se encontrar maiores valores. Percebe-se que, geralmente, maiores valores de abrasão estão ligados à maior presença de material cerâmico nos RCD.

Não menos importante e também bastante afetada pela heterogeneidade dos materiais que os compõem é a granulometria. Materiais mais nobres, como derivados de concreto e rocha britada, em virtude de sua menor abrasão, tendem a gerar curvas granulométricas com teores mais elevados de agregados com maior diâmetro. Os menos nobres, derivados de rochas sedimentares ou da quebra de artefatos cimentados, como blocos de vedação e argamassa, geram curvas com maiores teores de materiais granulares, não tão grosseiros, ao passo que os derivados de materiais cerâmicos, quando a ação abrasiva e de cominuição é elevada, tendem a gerar grande quantidade de partículas finas. Essa heterogeneidade de materiais e, por conseguinte, de comportamentos, também influencia na forma dos agregados gerados durante a britagem dos RCD. De acordo com Lekarp *et al.* (2000), todos esses fatores influenciam fortemente o comportamento mecânico de agregados granulares.

2.2.3 Comportamento Mecânico dos RCD

O comportamento mecânico dos agregados utilizados em camadas granulares de pavimentos geralmente é regido em termos de comportamento resiliente e resistência ao cisalhamento. No presente capítulo, são discutidas a obtenção desses parâmetros e a sua influência no modo em que esses agregados respondem às solicitações mecânicas às quais são impostos durante ensaios laboratoriais e quando são empregados em camadas suporte de pavimentos.

2.2.3.1 Módulo de resiliência

O princípio do estudo dos conceitos de deformabilidade de pavimentos se deu com pesquisas nas décadas de 1940 e 1950, desenvolvidas por Hveem (1955). Àquela época, o autor percebeu que o trincamento progressivo dos revestimentos era função da deformação elástica

das camadas inferiores, em especial do solo em que a estrutura do pavimento era assentada. Entretanto, definiu como “deformação resiliente” esse comportamento, visto que em pavimentação os materiais estão sujeitos a deformações bem menores às que ocorrem em outros materiais comumente utilizados em engenharia. O termo “resiliência”, então, trata da energia armazenada em um sólido elasticamente deformado, o que permite ao corpo, quando são removidas as cargas causadoras dessas deformações, voltar à sua forma original (MEDINA e MOTTA, 2005). Evidencia-se, assim, a necessidade de compreender o comportamento resiliente dos materiais aplicados à pavimentação, de sorte que essas estruturas de pavimentos desenvolvam com plenitude as funções para as quais foram dimensionadas.

Esse parâmetro é, portanto, de fundamental importância quando se dimensiona um pavimento. Para obtê-lo, foi desenvolvido um procedimento laboratorial, o ensaio de módulo de resiliência, no qual uma amostra de um determinado material é mantida dentro de uma câmara triaxial, enquanto carregamentos axiais verticais repetidos são aplicados nessa amostra, buscando determinar seu comportamento. Na figura 3 é representada a resposta típica de um corpo de prova durante a aplicação das cargas do ensaio.

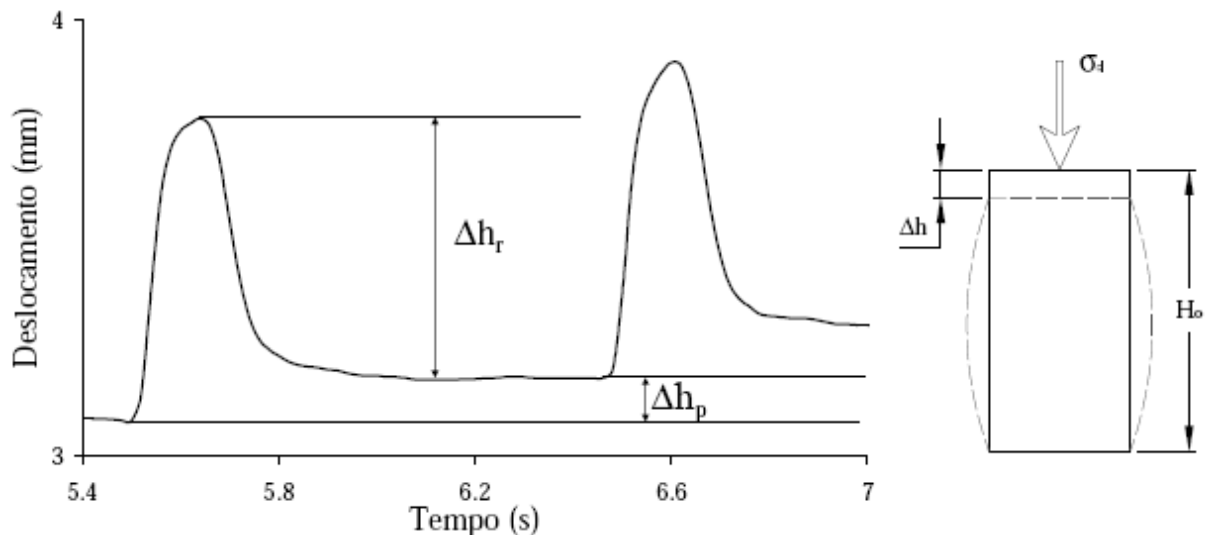


Figura 3 – Comportamento típico de um corpo de prova durante ensaio de módulo de resiliência

(fonte: Malysz, 2009)

O ensaio consiste na aplicação de pares de cargas verticais repetidas (com frequência de 1 Hz e duração de 0,1 Hz) e tensões de confinamento (σ_3) em dois estágios: o condicionamento e o ensaio em si. Com o auxílio de transdutores de deslocamento do tipo LVDT (*Linear Variable*

Differential Transducer), manômetros e um sistema de aquisição de dados, são controladas as tensões aplicadas e medidas as deformações sofridas pelo corpo de prova. Com o auxílio das equações 1 e 2, é calculado o MR para cada um desses pares de tensão aplicados durante o ensaio.

$$MR = \frac{\sigma_d}{\varepsilon_R} \quad (1)$$

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta h}{H_0} \quad (2)$$

Onde:

MR é o módulo de resiliência;

σ_d é a tensão desvio;

ε_r é a deformação específica resiliente;

Δh é a deformação medida no LVDT;

H_0 é a altura inicial do corpo de prova.

Diversos modelos podem ser encontrados em literatura para representação do comportamento resiliente de agregados granulares. Macêdo (1996), apud (Medina & Motta, 2015), apresenta um modelo, conhecido nacionalmente como modelo composto (ou misto), dado pela equação 3:

$$MR = k_1 * \sigma_d^{k_2} * \sigma_3^{k_3} \quad (3)$$

Alem deste, outro modelo tem sido comumente utilizado. O chamado modelo universal é apresentado na equação 4:

$$MR = k_1 * \theta^{k_2} * \tau_{oct}^{k_3} \quad (4)$$

Por outro lado, seguindo os procedimentos estabelecidos pela norma DNIT–ME 134/10 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010a), com a realização do ensaio obtém-se o comportamento resiliente do material segundo o

modelo MR- σ_3 , apresentado pela equação (7), relacionando o módulo de resiliência com as tensões confinantes atuantes, ambos em escala logarítmica.

Entretanto, diversos pesquisadores, como Lekarp *et al.* (2000) e Kolisoja (1997), mostraram que o comportamento resiliente de materiais granulares é altamente influenciado pelo estado de tensões (θ) e não somente pela tensão de confinamento (σ_3). Além disso, o *software* utilizado na análise mecânica de pavimentos que escolheu-se utilizar nessa pesquisa necessita, como parte dos dados de entrada, os parâmetros k1 e k2, coeficientes de ajuste linear provenientes do modelo MR- θ , apresentado pela equação (5), que relaciona o módulo de resiliência com o estado de tensões (θ). Assim, os dois modelos foram analisados e, a partir das equações 5 a 8, apresentadas a seguir, foram obtidos esses parâmetros.

$$MR = k1 * \left(\frac{\theta}{Patm} \right)^{k2} \quad (5)$$

$$\theta = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = \sigma_1 + 2 \times \sigma_3 = \sigma_d + 3 \times \sigma_3 \quad (6)$$

$$MR = k1 * (\sigma_3)^{k2} \quad (7)$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 - \sigma_d \quad (8)$$

Onde:

MR é o módulo de resiliência;

k1 e k2 são parâmetros estatísticos do modelo;

θ é o estado de tensões;

Patm é a pressão atmosférica;

σ_3 é a tensão principal menor;

σ_2 é a tensão principal intermediária;

σ_1 é a tensão principal maior.

2.2.3.2 Resistência ao cisalhamento na compressão triaxial

Em razão da escassa literatura a respeito, e conforme Malysz (2009), até há pouco tempo atrás ensaios de resistência ao cisalhamento na compressão triaxial não eram comumente realizados nos materiais granulares aplicados à pavimentação.

Todavia, em virtude do crescente interesse pelos estudos dos modelos de comportamento mecânico de materiais, pesquisas nessa área vêm aumentando significativamente. Em concordância com o autor, metodologias de projeto baseadas nesse tipo de informação vêm sendo desenvolvidas em locais como o Texas e a República da África do Sul, trazendo conceitos da mecânica dos solos à pavimentação.

De acordo com Lambe e Whitman (1969), os parâmetros de resistência ao cisalhamento podem ser obtidos de duas formas distintas: a partir do diagrama de Mohr-Coulomb, mostrado na figura 4, ou a partir do diagrama “q x p”, mostrados na figura 5.

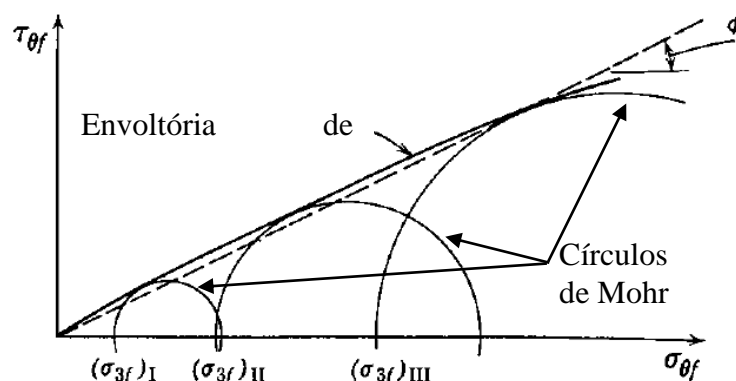


Figura 4 – Diagrama de Mohr-Coulomb

(fonte: adaptado de Lambe e Whitman, 1969)

Nesse diagrama, a reta que melhor se ajusta aos pontos que tangenciam os círculos de Mohr é definida como envoltória de ruptura. O ponto onde essa reta cruza o eixo das ordenadas, é chamado de coesão (c) ou intercepto coesivo e a partir de sua inclinação em relação ao eixo das abcissas, obtêm-se o ângulo de atrito interno do material (ϕ).

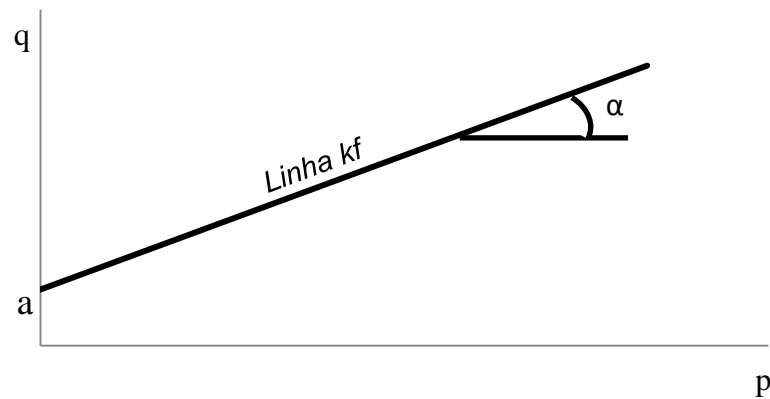


Figura 5 – Diagrama q x p

(fonte: adaptado de Lambe e Whitman, 1969)

Nessa segunda representação gráfica, os pontos que definem a envoltória de ruptura (também chamada de linha kf) são relações entre as maiores e as menores tensões principais. A partir dessa envoltória, obtém-se os parâmetros a e α , parâmetros de resistência do diagrama q x p , a partir dos quais, com o auxílio da formulação mostrada pelos autores, apresentada nas equações 9 a 13, podem também ser obtidos os parâmetros c e ϕ .

$$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (9)$$

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (10)$$

$$q = a + p * \text{tg}(\alpha) \quad (11)$$

$$\text{sen}(\phi) = \text{tg}(\alpha) \quad (12)$$

$$c = \frac{a}{\cos(\phi)} \quad (13)$$

Onde:

σ_1 é a tensão vertical;

σ_3 é a tensão confinante;

a e α são parâmetros do diagrama p x q ;

ϕ é o ângulo de atrito;

c é a coesão.

De acordo com Malysz (2009), quando se realizam diversos ensaios em sequência para um mesmo material, torna-se mais prático trabalhar com o diagrama $q \times p$, cujos pontos que definem a linha k_f já são calculados previamente para gerar o gráfico ao invés de se trabalhar com a envoltória de Mohr-Coulomb e se ajustar a envoltória às tangentes dos círculos. Posto isso, na presente pesquisa optou-se por trabalhar apenas com os diagramas $q \times p$.

2.2.3.3 Parâmetros de comportamento de RCD encontrados em literatura

Da mesma forma que influencia nas características físicas dos RCD, pesquisas mostram que a heterogeneidade da composição é responsável por interferir no comportamento mecânico desses resíduos. Matuella *et al.* (2015) encontraram valores de ângulo de atrito de 54° , coesão de 12 kPa e MR variando de 35 MPa a 300 MPa, com coeficientes $k_1 = 53,5$ e $k_2 = 0,79$, para RCD coletado em uma usina de beneficiamento na cidade de Porto Alegre. Para RCD coletados na mesma cidade, mas em outra usina de beneficiamento, Delongui (2016) encontrou valores de ângulo de atrito variando entre 42° e 52° , além de valores de MR variando de 30 MPa a 650 MPa. Arulrajah *et al.* (2013b) apontaram ângulos de atrito de 48° e 49° , coesões de 44 kPa e 41 kPa e valores de MR chegando a valores de até 769 MPa, para alguns RCD que estudaram. Em outra pesquisa, encontraram valores de coesão variando entre 49 e 80 kPa, além de ângulos de atrito entre 43° e 50° (ARULRAJAH *et al.*, 2012). Santos (2017), por sua vez, encontrou coesão de 8,1 kPa e ângulo de atrito de 41° para RCD da cidade de São Carlos/SP. Em estudos realizados em RCD cinza, Gómez (2016) encontrou valores de 28 kPa e 40° . Com isso, ressalta-se a importância da avaliação da composição desse tipo de resíduo, de forma a aumentar a consolidação de ideias sobre seu comportamento, tornando mais seguro seu uso em obras da construção civil.

2.3 DIMENSIONAMENTO EMPÍRICO-MECANÍSTICO DE PAVIMENTOS

Um pavimento é uma estrutura de engenharia composta por diversas camadas de distintos materiais, dimensionada técnica e economicamente, de forma que resista às ações impostas pelo do tráfego, pelo tempo e pelo clima. É, dessa forma, uma obra que deve ser

dimensionada de modo que propicie um nível de serviço razoável em função desses fatores (THEISE *et al.*, 2007 *apud* BEHAK, 2013). A análise do comportamento de pavimentos ao longo de sua vida útil é, portanto, uma tarefa bastante complexa. Inúmeros são os fatores que influenciam nas condições de funcionamento dessas estruturas, dificultando qualquer previsão exata.

Os principais métodos de dimensionamentos de pavimentos flexíveis (que incluem o uso de PPC) utilizados atualmente se enquadram em dois grupos distintos: métodos empíricos e métodos mecânicos. O primeiro baseia-se na experiência dos projetistas. A partir de ensaios geralmente de baixa complexidade, obtém-se propriedades físicas dos materiais com que se pretende trabalhar, sendo estas utilizadas para dimensionar os pavimentos. No entanto, essas propriedades e o comportamento dos pavimentos dimensionados a partir delas não devem ser extrapolados para outros materiais, geometrias de projeto, disposição de cargas aplicadas no pavimento e assim por diante, já que o desempenho dessas estruturas pode ser severamente comprometido (BEHAK, 2013). O segundo grupo é composto pelos métodos mecânicos de dimensionamento. De acordo com o autor, estes baseiam-se não em características obtidas com base em uma única condição, mas sim em comportamentos obtidos a partir da análise laboratorial de diversos materiais, em variedades de clima, sob diferentes situações de carregamento, para distintos mecanismos de degradação. O resultado disso é um entendimento bastante mais preciso dos parâmetros críticos que envolvem esses pavimentos, às custas de um trabalho deveras árduo.

Logo, os dois tipos de dimensionamento mostram-se complementares. Métodos empíricos, como o Manual de Pavimentação (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006), para dimensionamento de pavimentos flexíveis, a instrução de projeto IP-06 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004) e o *Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavements* (SHACKEL, 1990 *apud* CRUZ, 2003), para dimensionamento de pavimentos com peças pré-moldadas de concreto, necessitam de maior fundamentação teórica para que possam ser extrapolados para outras condições. Os métodos mecânicos necessitam, conquanto, da experiência obtida com a prática, possibilitando correção e uma melhor previsão de comportamento em campo a partir de trabalhos laboratoriais.

Tem-se, assim, unindo essas duas formas de trabalhar, os métodos empírico-mecanísticos de dimensionamento de pavimentos. Com o auxílio de ferramentas computacionais e de modelos que representam com maior verossimilhança o comportamento dos materiais utilizados na construção desses pavimentos, alicerçados, principalmente, na teoria da elasticidade e em modelos empíricos, consegue-se, embora ainda com algumas limitações, estimar melhor a resposta dos pavimentos às solicitações sofridas ao longo do tempo.

Uma das principais maneiras de se proceder com esse tipo de dimensionamento, de acordo com o South African Pavement Engineering Method (SAPEM), desenvolvido pela South African National Roads Agency Ltd. (2013), representado esquematicamente na figura 6, ocorre da seguinte forma:

- a) definir, geometricamente, uma estrutura de pavimento – quantas camadas, qual o material de cada uma delas, qual o solo do subleito e outros parâmetros pertinentes a cada item específico da estrutura;
- b) definir a quantidade e o posicionamento das cargas que serão atuantes nessa estrutura;
- c) obter, a partir de ensaios laboratoriais, os comportamentos mecânicos (em termos de módulo de resiliência e de resistência ao cisalhamento) dos materiais que constituem essa estrutura;
- d) calcular, com os dados dos itens anteriores, a resposta resiliente do pavimento (em termos de tensões, deformações e deslocamentos);
- e) definir, a partir dos parâmetros obtidos no item 4, os valores críticos de tensões, deformações e deslocamentos;
- f) avaliar os valores críticos do item acima, em função da sua utilização como dados de entrada em modelos empíricos de estimativa de vida dessa estrutura frente a diversos mecanismos de degradação, causados pelas solicitações estabelecidas no início do procedimento;
- g) observar se a estrutura suporta o tráfego estimado e se é considerada economicamente viável;

- h) aceitar, em caso de confirmação às duas prerrogativas do item anterior, essa estrutura como projeto do pavimento;
- i) retornar, em caso negativo, ao item 1, ajustando a espessura das camadas e/ou os materiais que as compõem e repetindo o processo.

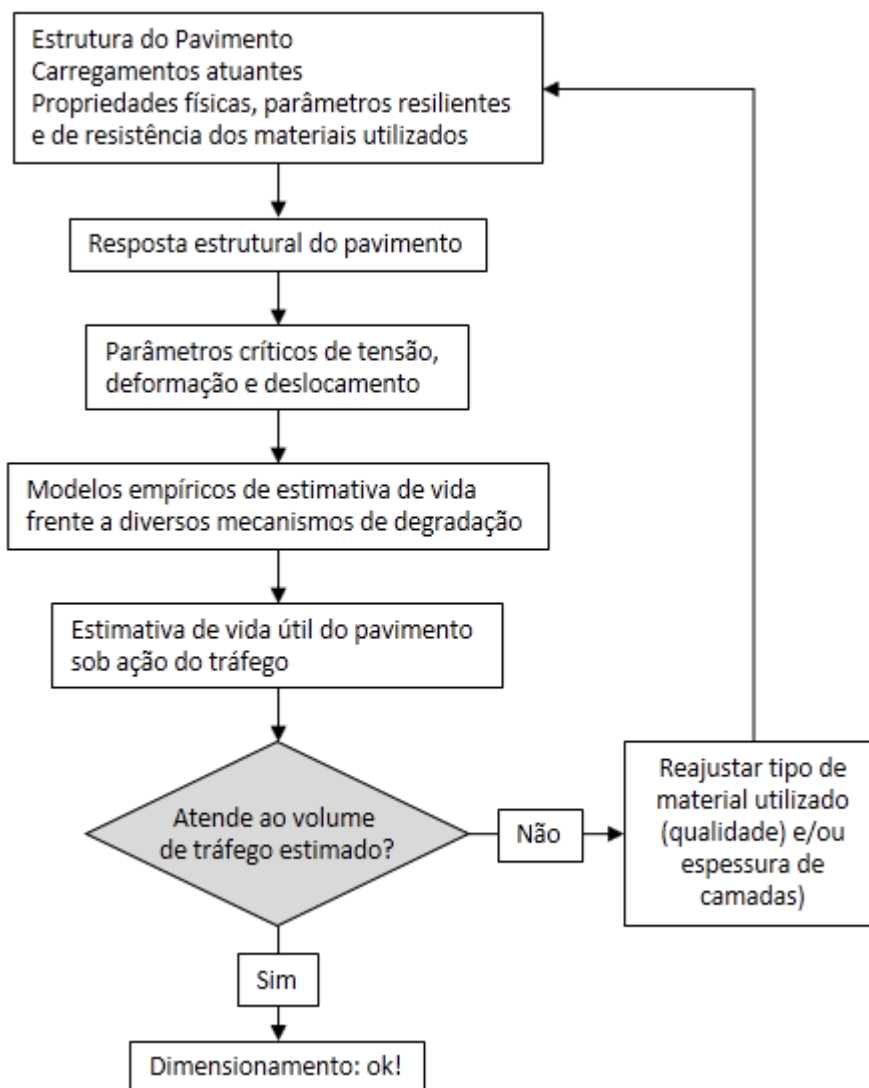


Figura 6 – Fluxograma de dimensionamento empírico-mecânico

(fonte: adaptado de South African National Roads Agency, 2013)

Comentados no item 2.2.3 e apontados na figura 6, os parâmetros de resiliência e de resistência ao cisalhamento são de fundamental importância no dimensionamento empírico-mecânico de pavimentos, visto que são utilizados diretamente nos modelos de previsão de desempenho dessas estruturas. Além disso, cabe ressaltar que o programa utilizado para

realizar o cálculo de tensões, deformações e deslocamentos pode tratar os materiais que compõem as camadas suporte dos pavimentos de forma distinta quando estes forem agregados granulares ou solos finos. O primeiro grupo, geralmente, é composto por materiais cujo comportamento resiliente é influenciado mais fortemente pelo estado de tensões atuante sobre esse agregado. Por outro lado, os materiais finos, em sua grande maioria, não têm o comportamento influenciado de forma preponderante pelo θ , mas sim pela tensão desvio (σ_d) que é aplicada.

2.3.1 Modelos de previsão de desempenho

Para estimar a vida útil de estruturas de pavimentos, encontram-se, na literatura, diferentes modelos de previsão. Essa avaliação, frente a diversos mecanismos de degradação, foi feita com base nos modelos propostos pela South African National Roads Agency Ltd. (2013). Os modelos 14 e 15 para a avaliação da resistência ao cisalhamento da camada granular (CCG), têm como parâmetros críticos de degradação as tensões principais atuantes no meio desta camada. Para a avaliação da deformação permanente (DP) no topo do subleito, onde o parâmetro crítico avaliado é a deformação vertical no topo dessa camada, utilizou-se o modelo 16.

$$N = 10^{(\alpha F + \beta)} \quad (14)$$

$$F = \frac{\sigma_3 \left\{ K \left[\tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) - 1 \right] \right\} + 2 K c \tan \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)}{\sigma_1 - \sigma_3} \quad (15)$$

Onde:

N = número de carregamentos aplicados até a ruptura por cisalhamento da camada granular;

$\alpha = 2,605122$ = parâmetro do modelo, referente à confiabilidade de 80%;

$\beta = 3,983324$ = parâmetro do modelo, referente à confiabilidade de 80%;

F = razão de tensões;

c = coesão;

φ , = ângulo de atrito;

$K = 0,80$ = parâmetro em função das condições de umidade do material considerando uma situação moderada;

σ_1 e σ_3 = tensões principais maior e menor, respectivamente.

$$N_{DP} = 10^{(a-10 \log \varepsilon_v)} \quad (16)$$

Onde:

N_{DP} = número de carregamentos aplicados até a máxima DP admissível;

$a = 33,47$ = parâmetro em função da confiabilidade do modelo (80% – para rodovia classe C) e da DP admissível (10 mm);

ε_v = deformação vertical no topo do subleito.

De acordo com o proposto pela South African National Roads Agency Ltd. (2013), os valores de σ_1 e σ_3 são obtidos a uma profundidade equivalente à metade da espessura da camada granular, conforme mostrado na figura 7. Já ε_v é calculado no topo do subleito, conforme mostra a mesma figura.

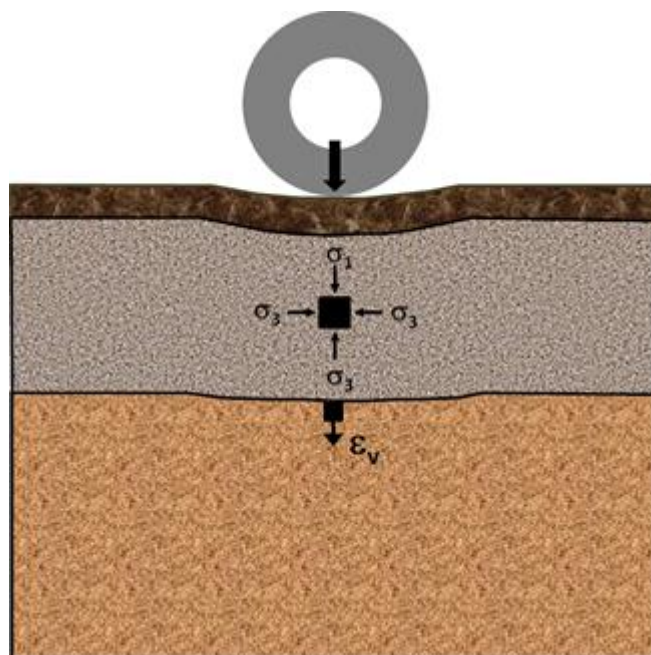


Figura 7 – Profundidade e localização onde são avaliadas as tensões principais (σ_1 e σ_3)

(fonte: South African National Roads Agency Ltd., 2013)

Visto que esses resíduos são mais facilmente empregáveis em pavimentos urbanos e não em rodovias de alto volume de tráfego, utilizou-se grau de confiabilidade de 80% para ambos os modelos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse capítulo são descritos os materiais avaliados na pesquisa e seus processamentos, desde sua geração até a utilização nos ensaios. Além disso, essa seção aborda as metodologias empregadas nos ensaios e no pré-dimensionamento de pavimentos propostos para vias urbanas.

3.1 MATERIAIS ESTUDADOS

Os materiais utilizados nessa pesquisa são os RCD compostos puramente de concreto (RCD cinza), também chamados de agregados reciclados de concreto (ARC) e os RCD gerados a partir da adição de material cerâmico (RCD vermelho) no RCD cinza. Esses materiais e sua obtenção são descritas no decorrer do capítulo.

3.1.1 RCD de Concreto

O RCD cinza utilizado é um material gerado a partir da fragmentação de peças de concreto obtidas na demolição de obras civis. Geralmente provêm de pilares, vigas, lajes, fundações, etc. Esses agregados foram obtidos em uma empresa situada na Zona Norte de Porto Alegre/RS que trabalha com o recebimento de RCD provenientes de obras da capital e Região Metropolitana.

Não podendo ser dispostos de qualquer maneira na natureza, conforme legislação vigente, a empresa cobra para receber resíduos de construção e demolição de construtoras que não encontram maneira de reutilizar esse material. Os resíduos recebidos são armazenados em pilhas, no terreno da empresa, conforme mostrado na figura 8, e separados em função de sua composição, em 3 grupos:

- a) derivados de concreto – compostos somente por concreto e rocha, sem outros contaminantes, mostrados na figura 9;
- b) misto – compostos por todos os resíduos provenientes da demolição de edificações, incluindo, além de concreto e derivados de rocha, material

cerâmico, argamassa, areia e possíveis contaminantes, mostrados na figura 10;

- c) fresado asfáltico – composto por todo o material obtido na fresagem de pavimentos asfálticos, mostrado na figura 11.



Figura 8 – RCD no pátio da empresa



Figura 9 – RCD de concreto



Figura 10 – RCD misto



Figura 11 – RCD Asfáltico

A cominuição dos RCD foi feita com o auxílio de um britador móvel, operado remotamente. Uma escavadeira de grande porte foi responsável pela coleta de material na pilha e pelo transporte até o britador, além da acomodação, em novas pilhas, do material britado, que ficou nesse local até sua comercialização. A sequência desse processo foi apresentada nas figuras 12 a 14. Durante a britagem dos RCD ainda foi feita a remoção de metais ferromagnéticos, na esteira, com auxílio de um ímã de indução.



Figura 12 – RCD cinza antes da britagem;



Figura 13 – RCD cinza na caçamba do britador (esquerda) e após britagem (direita)



Figura 14 – armazenamento, em pilhas, do RCD cinza britado

Para a utilização do RCD cinza em laboratório, sua coleta ocorreu diretamente da esteira do britador, buscando-se captar todo o material passante na abertura de 2” do equipamento e evitando a segregação que pode ocorrer ao se depositar o material em pilhas. O agregado gerado foi armazenado em bombonas plásticas de 200 litros e transportado para o Laboratório de Pavimentação (Lapav), onde ficou acondicionado até o momento de preparação dos ensaios.

3.1.2 RCD de Agregado Cerâmico

Em virtude da dificuldade de se encontrar RCD compostos unicamente por material cerâmico (RCD vermelho), este foi gerado em laboratório. Com o auxílio do britador de mandíbulas mostrado na figura 15, pertencente ao Laboratório de Tecnologia Mineral e Ambiental da UFRGS, foi feita a fragmentação de tijolos maciços de cerâmica vermelha, provenientes da desconstrução de uma edificação localizada em Porto Alegre.



Figura 15 – Britador de mandíbula utilizado para cominuição dos tijolos

Buscando-se um material com características semelhantes aos RCD vermelho gerado nas usinas de beneficiamento, mas evitando, ao máximo, elevar sua variabilidade, o que poderia comprometer parcialmente os resultados dos ensaios, optou-se por trabalhar apenas com a britagem de tijolos maciços de demolição, de um único tipo, evitando resíduos de telhas, pastilhas, pisos, azulejos, blocos cerâmicos vazados e quaisquer outros RCD vermelhos. A figura 16 (a) mostra os tijolos utilizados na pesquisa, ao passo que a figura 16 (b) apresenta os RCD vermelho prontos para armazenamento.



Figura 16 – (a) tijolos utilizados na pesquisa, (b) RCD vermelho acondicionado em bombona plástica

3.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Visando obter as características físicas e o comportamento mecânico dos agregados estudados, foram realizados diversos ensaios de laboratório, a seguir descritos.

3.2.1 Ensaios de Caracterização Física

Os ensaios de Granulometria e Abrasividade foram realizados no Lapav, enquanto as curvas de compactação foram realizadas no Laboratório de Geotecnologia (Lageotec) da UFRGS.

3.2.1.1 Granulometria

A obtenção da curva granulométrica do RCD cinza foi feita a partir de ensaios indicados pela DNER-ME 083 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 1998). O material coletado na empresa foi peneirado e armazenado separadamente em função do tamanho dos grãos.

A realização do ensaio se deu com auxílio de um peneirador mecânico, e, para a separação do material, utilizaram-se as seguintes peneiras: 1", 3/4", 3/8", n.4, n.10, n.40, n.200 e o fundo, onde fica retido todo o material passante na peneira n.200. As frações de material retido em cada peneira são mostradas na figura 17.



Figura 17 – Amostra do RCD cinza retidos em cada peneira

3.2.1.2 Dosagem das amostras

Após realizado o peneiramento, o RCD cinza foi acondicionado em sacos plásticos e em bombonas. Da mesma forma, após a britagem, o RCD vermelho foi peneirado e separado nas mesmas aberturas de malha do RCD cinza. Procurou-se, assim, ao utilizar para o RCD vermelho a mesma curva granulométrica do RCD cinza, evitar mais uma variável que influenciasse no desempenho desses resíduos. As dosagens das amostras foram feitas de acordo com as quantidades e proporções (em peso) apresentadas na tabela 4.

Tabela 4 – Quantidade de amostras e proporção de material para ensaios de compactação, módulo de resiliência e resistência ao cisalhamento

Proporção (RCD cinza / RCD vermelho)	Quantidade de amostras por ensaio		
	Compactação	Módulo de resiliência	Resistência ao cisalhamento
100/0	12	3	3
90/10	6	3	3
80/20	6	3	3
70/30	6	3	3
60/40	6	3	3
50/50	6	3	3

Buscou-se, dessa forma, caracterizar o comportamento de amostras derivadas puramente de resíduos de concreto e de amostras com diferentes porcentagens de material cerâmico. Em função da quantidade de material obtido na usina e de ensaios realizados, não foi possível estudar composições intermediárias às utilizadas nas dosagens, mas acredita-se que as seis composições estudadas permitam avaliar o efeito da composição no comportamento mecânico dos RCD.

O peso de material dosado para cada proporção de RCD, para cada ensaio, variou em função do peso específico aparente seco (γ_d) de cada tipo de material e do volume final que o corpo de prova (cp) de cada ensaio deveria ter. Como estimativa inicial para os ensaios de compactação, buscaram-se, na bibliografia, valores comumente encontrados de γ_d para este tipo de material. Para os ensaios de comportamento mecânico, feitos na sequência, foi possível utilizar os valores encontrados nas curvas de compactação de cada uma das composições.

3.2.1.3 Compactação

Uma vez dosadas as 6 amostras de cada composição e estando elas secas em estufa, iniciaram-se os ensaios com o RCD cinza sem adição de RCD vermelho, visto que esse material puro deveria ter uma umidade ótima de compactação menor do que as demais composições, já que a absorção de água, geralmente, é maior em materiais cerâmicos do que em peças de concreto.

Para a realização do ensaio, cada amostra, após adição de água, foi embalada em saco plástico e mantida nessa condição por 24h, para homogeneização da umidade. Embora a norma DNIT 164 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2013) recomende a utilização apenas de material passante na peneira 19 mm, com o intuito de não descaracterizar o material coletado na empresa, e em função dos ensaios de comportamento mecânico aceitarem agregados com até 25 mm de diâmetro máximo, foram utilizadas, inicialmente, como peneiras de corte para a separação do material a ser ensaiado nas compactações, malhas com abertura de 1” (25,7 mm) e 2” (51,4 mm). Sendo assim, foram feitas duas curvas de compactação para o RCD cinza, tendo como diferença entre si o diâmetro máximo dos agregados utilizados.

Seguindo o procedimento indicado pela norma, as dimensões da parte interna efetiva do cilindro (descontando-se o disco espaçador) eram de 15,2 cm de diâmetro e 12,9 cm de altura. O soquete metálico utilizado tinha 50,8 mm de diâmetro, altura de queda de 457 mm e peso de 4,5 kg. Para cada uma das cinco camadas compactadas, foram dados 26 golpes do soquete, aplicando a energia intermediária de compactação. Para auxiliar na última camada, um anel metálico com diâmetro interno igual ao do cilindro foi utilizado para que o material não fosse expelido durante a aplicação dos golpes. Após a compactação da última camada, esse anel foi removido e foi feita a rasagem, conforme processo mostrado na figura 18, retirando a camada de material em excesso.



Figura 18 – Rasagem do corpo de prova

Partiu-se de um valor de 5% de umidade para a primeira amostra de RCD cinza, acrescentando-se 1% de água para cada amostra subsequente. Ao chegar em 13%, verificando-se exsudação de água ao final da compactação, decidiu-se que não seriam necessárias mais amostras dessa composição.

Após a obtenção da curva de compactação do RCD cinza puro, deu-se início à compactação das amostras 90/10; as demais misturas foram feitas na sequência, em ordem crescente de teor de RCD vermelho. Estimou-se que a umidade ótima de cada mistura deveria ser, aproximadamente, 2% maior, para cada incremento de 10% de RCD vermelho. Para as proporções mistas, a exsudação de água no topo e na base do molde metálico, mostrada na figura 19, também foi considerada como limite para a realização do ensaio em teores de umidade mais elevados, para cada composição.



Figura 19 – Exsudação de água na base do molde e no topo do corpo de prova

A verificação da umidade de cada amostra foi feita levando-se todo o corpo de prova à estufa. Preferiu-se trabalhar dessa maneira para evitar possíveis erros, que podem ocorrer quando se trabalha com apenas uma fração do cp, já que o material pode apresentar uma elevada variabilidade de componentes que, por sua vez, podem apresentar valores muito destoantes de absorção de água.

3.2.1.4 Abrasão

Levando em consideração as graduações estipuladas na norma NBR NM 51 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001), que rege os procedimentos do ensaio de Abrasão, e comparando-as com o agregado gerado na central de processamento dos RCD cinza, optou-se por realizar esse ensaio nas graduações A e B.

Para as 3 proporções de RCD cinza/RCD vermelho avaliadas, 100/0, 50/50 e 0/100, a separação do material foi feita de acordo com as quantidades mostradas na tabela 5.

Tabela 5 – Quantitativo de material para o ensaio de abrasão

Abertura da peneira (mm)		Gradação	
		A	B
Passante na	Retido na	Quantidade de material (g)	
37,5	25	1250 ± 25	-
25	19	1250 ± 25	-
19	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10
12,5	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10

As amostras das gradações A foram colocadas para ensaio no cilindro Los Angeles, juntamente com 12 esferas de aproximadamente 48 mm de diâmetro e pesando em torno 410 g cada uma, somando uma carga abrasiva de 5.000 ± 25 g. Para as amostras da gradação B, o ensaio se deu com a utilização de 11 esferas, totalizando 4.584 ± 25 g. Ambas as amostras sofreram 500 rotações do cilindro, mostrado na figura 20, após as quais foram retiradas do tambor e peneiradas em uma peneira de malha 1,7 mm. O peso de material retido nessa malha, relacionado ao peso inicial de material, foi então utilizado para calcular a perda de material por abrasão.



Figura 20 – Máquina Los Angeles

3.2.2 Ensaios de Comportamento Mecânico

Neste item são abordados os métodos utilizados para a realização dos ensaios de caracterização do comportamento mecânico dos RCD estudados.

3.2.2.1 Moldagem dos corpos de prova

A moldagem dos corpos de prova utilizados em todos os ensaios de comportamento mecânico foi essencialmente a mesma, tanto para o ensaio de módulo de resiliência quanto para os de resistência ao cisalhamento. Todas as moldagens foram realizadas em um molde metálico tripartido, mostrado na figura 21, com dimensões aproximadas de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Em função dessas medidas, o diâmetro máximo do agregado a ser compactado não poderia passar de $\frac{1}{4}$ do diâmetro, o que corresponde a 2,5 cm. Dessa forma, a escolha da peneira de 25 mm para segregar o material que seria utilizado nos ensaios e o material a ser descartado se mostra razoável.

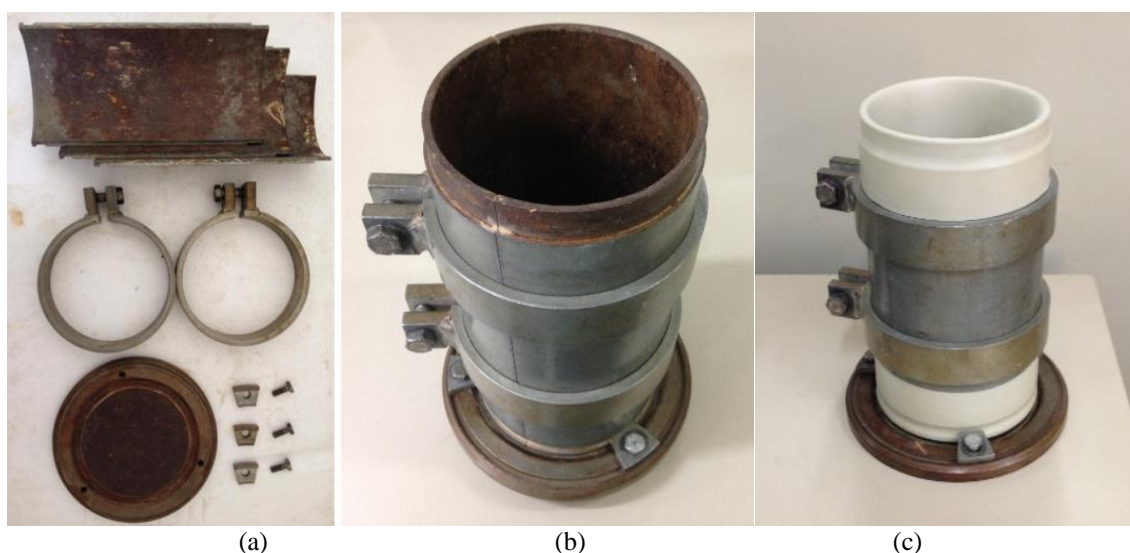


Figura 21 – Cilindro metálico (a) desmontado, (b) montado e (c) com a membrana de látex

A partir dos parâmetros de compactação, para cada uma das composições utilizadas calculou-se o peso de RCD e a quantidade de água necessários para preencher totalmente o cilindro. De posse desses valores, o material foi compactado em 5 camadas, escarificando-se as interfaces entre elas. Para que não houvesse possibilidade de perda de parte do corpo de prova por desagregação após a sua compactação, visto que é um material granular, utilizou-se uma membrana de látex durante a compactação, de modo que, ao se desmontar o molde, o cp manteve sua forma original. Juntamente com essa membrana, optou-se por utilizar, no topo e na base do cp, uma camada de papel filtro, permitindo que, durante os ensaios, pudesse haver drenagem de ar e de água, não acarretando em perda do material que constituía o cp.

3.2.2.2 Módulo de Resiliência

Os ensaios de Módulo de Resiliência foram realizados no Lapav, em um equipamento já utilizado em diversas pesquisas, mostrado na figura 22.

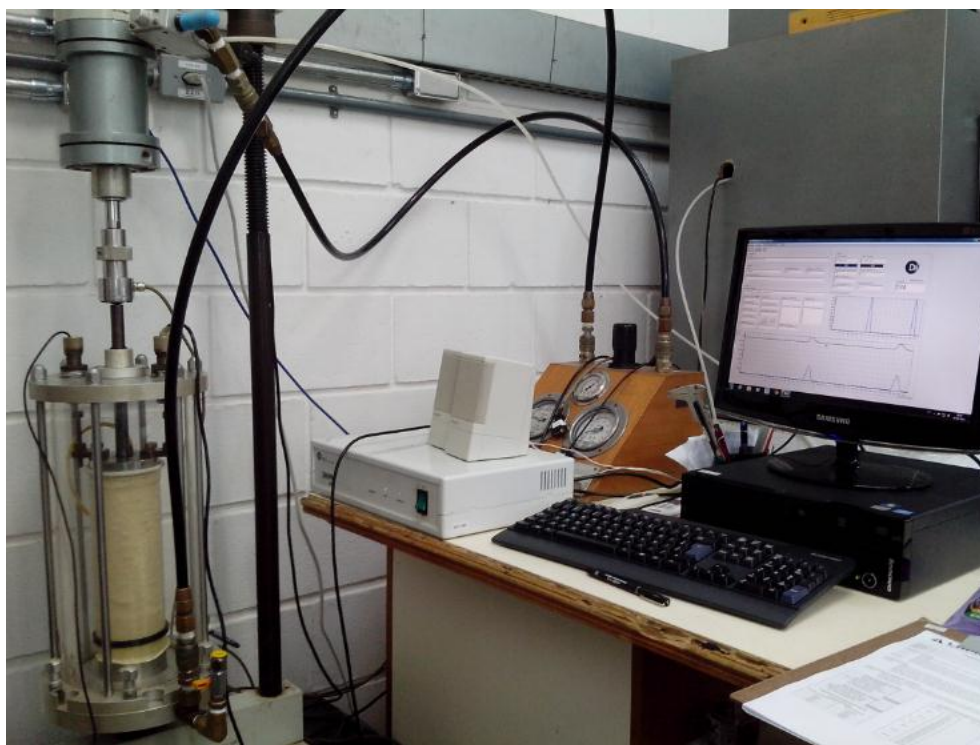


Figura 22 – equipamento para ensaio triaxial de cargas repetidas

Imediatamente após a moldagem, os corpos de prova foram acomodados na câmara triaxial e envoltos por mais uma membrana de látex, utilizada para garantir aplicação da tensão de confinamento de forma uniforme e sem vazamentos, auxiliada pela colocação de o-rings na base da câmara e no *top cap*, que recebe as cargas verticais repetidas e as transmite ao corpo de prova. Durante cada ensaio, no *datalogger* Seepav 8200 (Sistema de ensaios especiais de pavimentação) foram gerados relatórios contendo os valores de módulo de resiliência para cada pares de tensão aplicados, com os quais foi possível gerar os diagramas de comportamento dos RCD de acordo com os modelos $MR-\sigma_3$ e $MR-\theta/P_{atm}$.

3.2.2.3 Resistência ao cisalhamento na compressão triaxial

Para mensurar os parâmetros geotécnicos clássicos de resistência ao cisalhamento – coesão (c) e ângulo de atrito (ϕ) –, necessários para o dimensionamento mecânico de estruturas de pavimentos, realizaram-se ensaios triaxiais consolidados isotropicamente drenados para as várias composições de RCD cinza e RCD vermelho, tendo-se como base as diretrizes da

norma ASTM-D2850 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2007). Esses ensaios foram realizados no Lageotec na prensa de cisalhamento mostrada na figura 23. Para cada uma dessas composições, 3 corpos de prova foram moldados. Cada um deles foi ensaiado em uma diferente tensão confinante, de sorte que, ao final dos ensaios, fosse possível representar uma envoltória de ruptura em um diagrama $q \times p$, conforme proposto por Lambe e Whitman (1969).

Os valores propostos de σ_3 foram de 12,5 kPa, 50 kPa e 100 kPa, visto que englobam valores de tensões confinantes que geralmente se desenvolvem em pavimentos com estruturas semelhantes às trabalhadas nessa pesquisa. Na figura 24 apresenta-se a tela de ensaio do *software* Catman 4.5, utilizado em conjunto com o *datalogger* Spider 8 600 Hz, da Hottinger Baldwin Messtechnik.

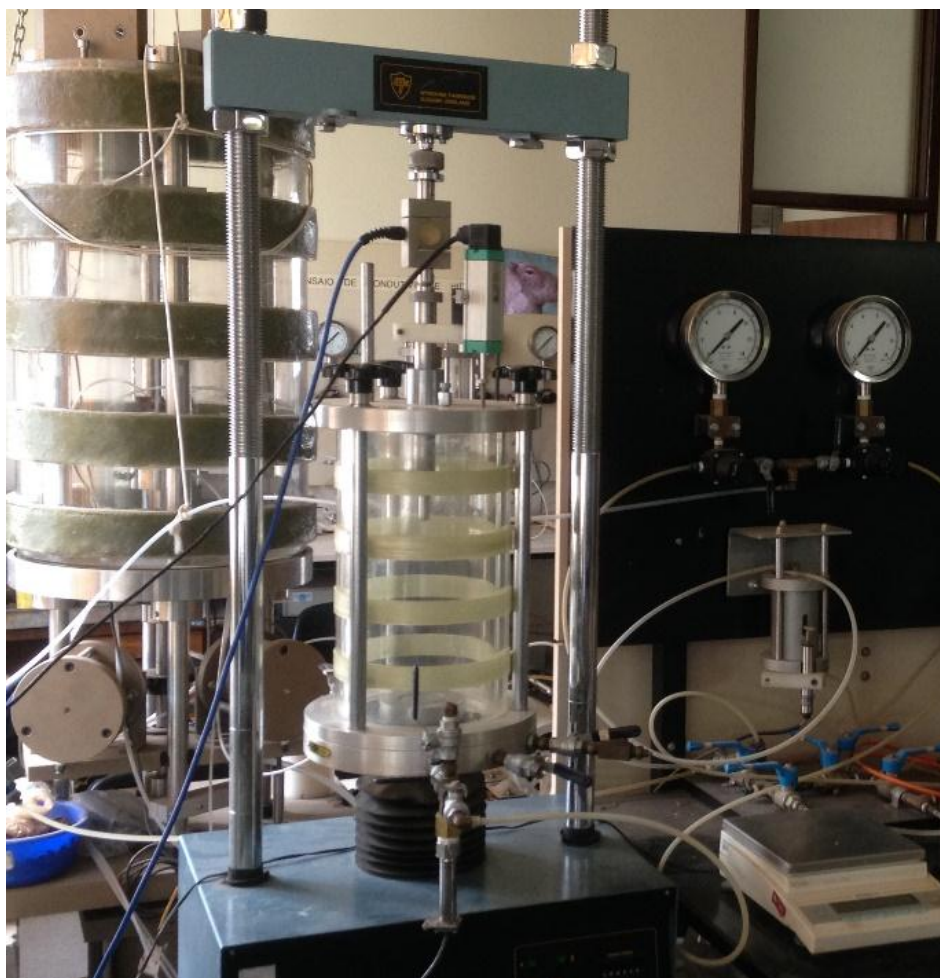


Figura 23 – Prensa para ensaios de resistência ao cisalhamento na compressão triaxial

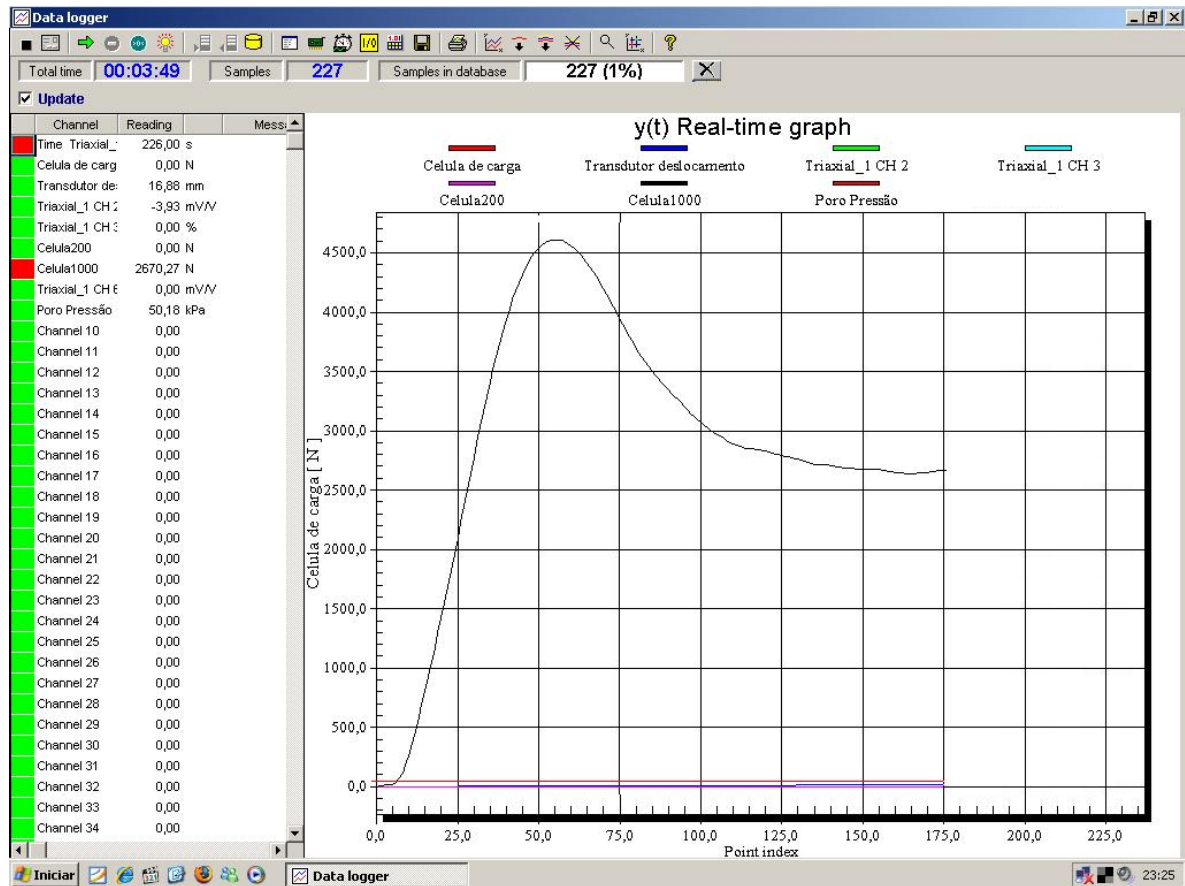


Figura 24 – Tela de ensaio do software Catman 4.5

3.3 ANÁLISE EMPÍRICO-MECANÍSTICA DE ESTRUTURAS DE PAVIMENTOS

Neste capítulo é apresentada a metodologia da análise das estruturas de pavimentos.

3.3.1 Sistemática das Avaliações

A ordenação das ações realizadas para as análises empírico-mecanísticas é mostrada no fluxograma da figura 25.

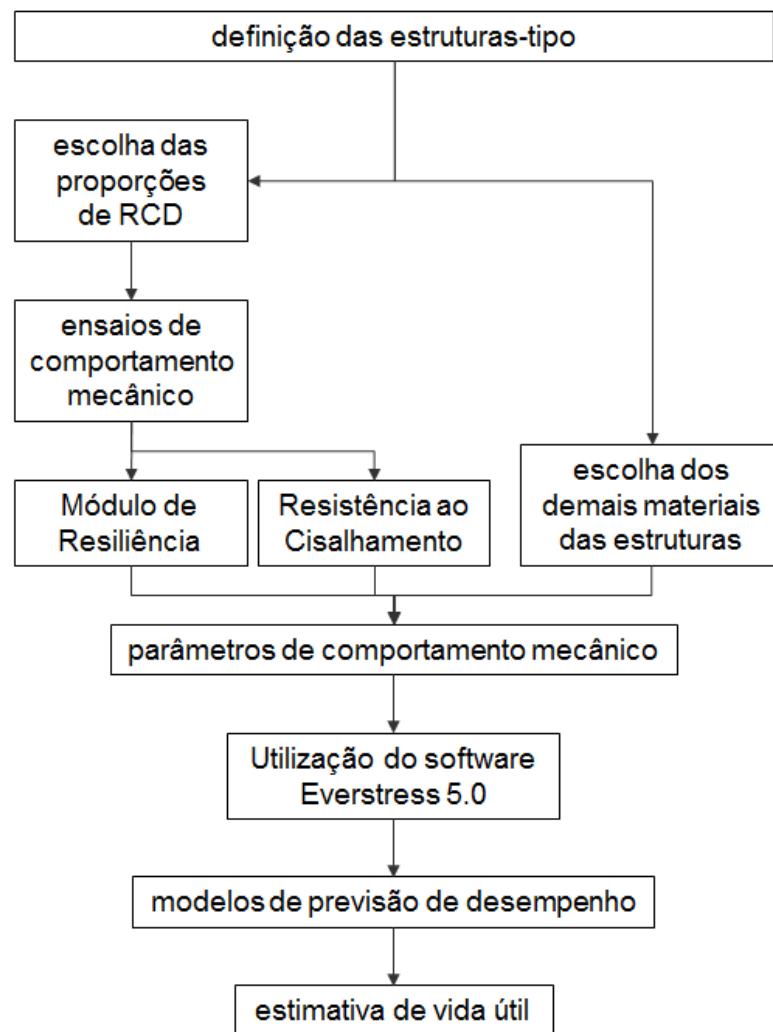


Figura 25 – Sistemática das avaliações empírico-mecanísticas de estruturas de pavimentos

3.3.2 Estruturas Analisadas

Pensadas para que fosse possível analisar a influência da incorporação de RCD vermelho em RCD cinza, foram escolhidas 63 estruturas de pavimentos de similar geometria, todas compostas por camadas de revestimento, base e subleito, representadas genericamente na figura 26, conforme indicado pela ABCP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2010). Nessas estruturas, todas as composições de RCD foram avaliadas considerando-se diferentes tipos de subleito e espessuras de base. Para efeitos de comparação estrutural, foram igualmente avaliadas pavimentos com bases de brita graduada.

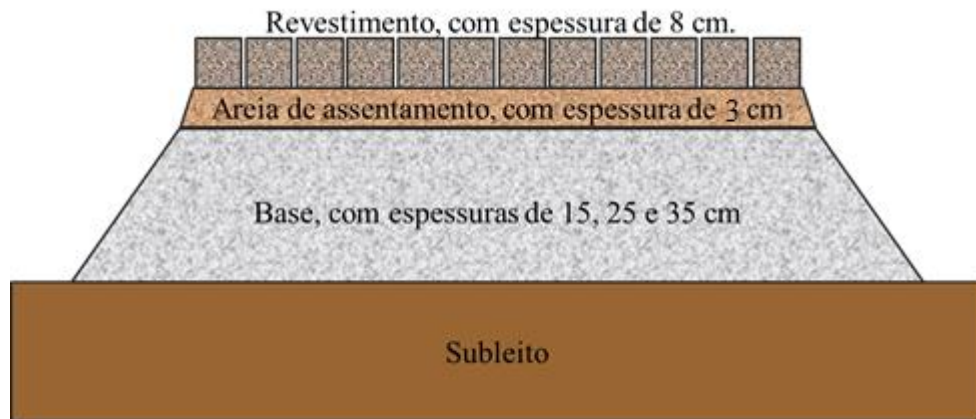


Figura 26 – Representação genérica das estruturas avaliadas

3.3.3 Materiais Utilizados nas Estruturas Avaliadas

Cada uma das camadas dessas estruturas foi composta por um tipo específico de material. Esses materiais são apresentados a seguir.

3.3.3.1 Revestimento

Considerando a disponibilidade universal de RCD e a intenção de empregá-los na pavimentação de ruas com baixo a médio volume de tráfego, o tipo de revestimento escolhido para as estruturas avaliadas foi blocos pré-moldados de concreto. Na avaliação estrutural dos pavimentos, seguindo recomendação de Medina e Motta (2005) considerou-se que o módulo de resiliência dos blocos intertravados de concreto igual a 2000 MPa.

3.3.3.2 Areia de assentamento

De acordo com o Manual de Pavimento Intertravado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2010), entre a camada de base e o revestimento, deve haver uma camada de areia de assentamento para os blocos. Para tal função, foi escolhida a areia utilizada como reforço de subleito na BR-290/RS, conforme Mattos (2014). Esse material apresenta peso específico aparente seco máximo de 1,64 g/cm³ e seu comportamento resiliente, em MPa, é dado pelo modelo 17.

$$MR = 68 \times \left(\frac{\theta}{P_{atm}} \right)^{0,68} \quad (17)$$

3.3.3.3 Base

Como material de base, três diferentes opções foram consideradas. Primeiramente, os RCD cinza sem adição de RCD vermelho. Na sequência, o RCD misto, composto por diversas composições de RCD cinza e RCD vermelho, mantendo-se as mesmas proporções ensaiadas em laboratório. Por fim, foi considerada uma brita graduada de agregado basáltico, estudada por Malysz (2009), cuja caracterização física foi realizada por Casagrande (2003).

Essa brita graduada tem seu comportamento resiliente em MPa dado pelo modelo 18 e seus parâmetros de resistência ao cisalhamento na compressão triaxial são: intercepto coesivo de 61,8 kPa e ângulo de atrito de 60,7°. A utilização deste terceiro material foi considerada necessária para fins de comparação, pois quando se analisa um material diferente dos agregados comumente utilizados na pavimentação, é indispensável confrontar seu desempenho com os agregados clássicos da construção civil.

$$MR = 62,65 \times \left(\frac{\theta}{P_{atm}} \right)^{0,893} \quad (18)$$

3.3.3.4 Subleito

Para ampliar o campo de aplicação dos resultados das análises mecânicas, foram considerados três diferentes solos de subleito.

Os materiais escolhidos foram:

Solo A – um solo argiloso de comportamento laterítico, segundo a metodologia MCT, utilizado como reforço de subleito nas pistas experimentais do LAPAV e coletado no Município de Viamão/RS. Segundo Rodrigues (1997), apresenta $\gamma_d = 1,6 \text{ g/cm}^3$ e seu comportamento resiliente, em MPa, é dado pelo modelo 19.

$$MR = 153,09 \times \left(\frac{\sigma_d}{P_{atm}} \right)^{-0,71} \quad (19)$$

Solo B – um solo argiloso, segundo classificação SUCS, retirado do subleito da rodovia BR-290, no entorno do km 14. Estudado por Kern (2017), apresenta $\gamma_d = 1,295 \text{ g/cm}^3$ e comportamento resiliente, em MPa, dado pelo modelo 20.

$$MR = 80,37 \times \left(\frac{\sigma_d}{P_{atm}} \right)^{-0,07} \quad (20)$$

Solo C – um solo argilo-siltoso, com $\gamma_d = 1,65 \text{ g/cm}^3$, e coletado às margens da BR-116, no município de Guaíba/RS. Estudado por Weber (2013), possui comportamento resiliente, em MPa, representado pelo modelo 21.

$$MR = 110,44 \times \left(\frac{\sigma_d}{P_{atm}} \right)^{0,01} \quad (21)$$

3.3.4 Utilização do software Everstress 5.0

Disponibilizado pelo *Washington State Department of Transportation*, o programa *Everstress 5.0* foi desenvolvido para fazer análises de pavimentos. Nele, são utilizados como dados de entrada os seguintes parâmetros, para cada uma das camadas do pavimento:

- a) coeficiente de Poisson;
- b) espessura;
- c) módulo de resiliência (e os coeficientes k_1 e k_2 , quando o comportamento resiliente do material é conhecido) de cada material.

Além disso, é necessário informar ao programa:

- a) posição e magnitude das cargas aplicadas;
- b) pressão de enchimento dos pneus.

A partir dos dados fornecidos, para cada uma das profundidades especificadas, além de outros parâmetros não utilizados nessa pesquisa, foram obtidos valores de tensão vertical (σ_v), tensões horizontais (σ_{hx} e σ_{hy}) e deformação vertical (ϵ_v). Estes valores foram utilizados, por sua vez, como parâmetros de entrada para aplicação dos modelos empírico-mecanísticos de análise de pavimentos, apresentados na seção 2.3.1.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISES DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados, e analisados, os resultados obtidos em laboratório. Na primeira parte, apresentam-se os resultados da caracterização física do agregado estudado, incluindo a análise granulométrica e as curvas de compactação. Na sequência, são apresentados os resultados dos ensaios de módulo de resiliência e resistência ao cisalhamento na compressão triaxial.

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

4.1.1 Análise granulométrica

Após realizar-se o peneiramento do material proveniente da usina, a partir da massa de agregado retida em cada peneira, obteve-se as curvas granulométricas apresentadas na figura 27. Enquanto uma representa, em sua totalidade, o material proveniente da coleta diretamente na esteira do britador ($D_{\text{máx}}$ de 2"), a outra representa o material utilizado nos ensaios em que o diâmetro máximo aceitável é 1".

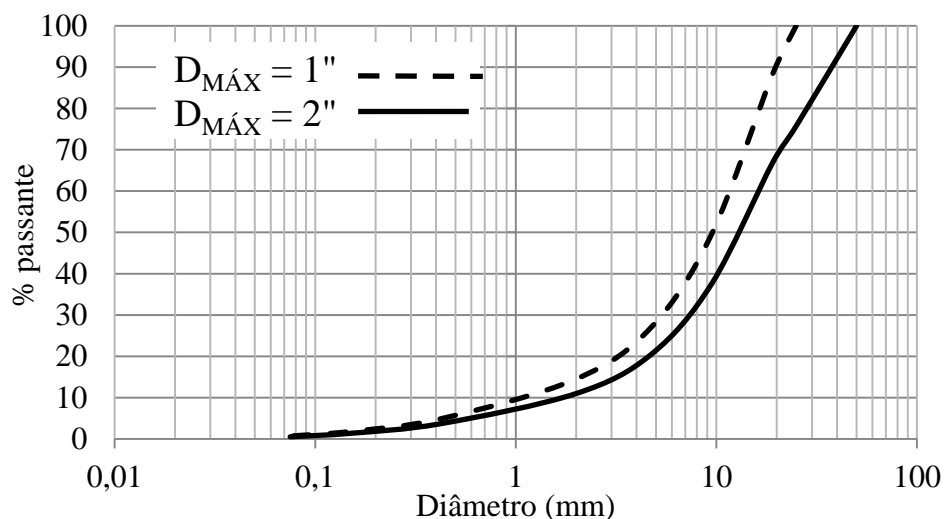


Figura 27 – Curvas granulométricas dos RCD cinza com diâmetros máximos de 1" e 2"

A partir dessas curvas, foi possível calcular os parâmetros D_{10} , D_{30} , D_{50} , D_{60} , C_u e C_c , resumidos na tabela 6. Com esses valores, classificou-se o RCD com $D_{\text{máx}} = 2''$ como

pedregulho bem graduado, enquanto o RCD com $D_{\text{máx}} = 1''$ como pedregulho mal graduado, de acordo com Lambe e Whitmann (1969).

Tabela 6 – Parâmetros das curvas granulométricas

	D_{10}	D_{30}	D_{50}	D_{60}	C_c	C_u
$D_{\text{máx}} = 2''$	1,1	5,2	9,5	11,0	2,7	10,0
$D_{\text{máx}} = 1''$	1,7	7,2	12	15,5	5,7	9,1

Também foi possível verificar que as curvas granulométricas dos RCD provenientes da usina de beneficiamento não se enquadram nas faixas granulométricas estipuladas pela norma DNIT 141/2010 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010b) para materiais de base, conforme mostra as figuras 28 e 29. Entretanto, buscou-se, nesse trabalho, verificar a possibilidade de utilizar os RCD da forma que estão disponíveis na unidade de beneficiamento, evitando, assim, o uso de demais materiais para fazer uma correção granulométrica, ou a rebitagem de parte desse material.

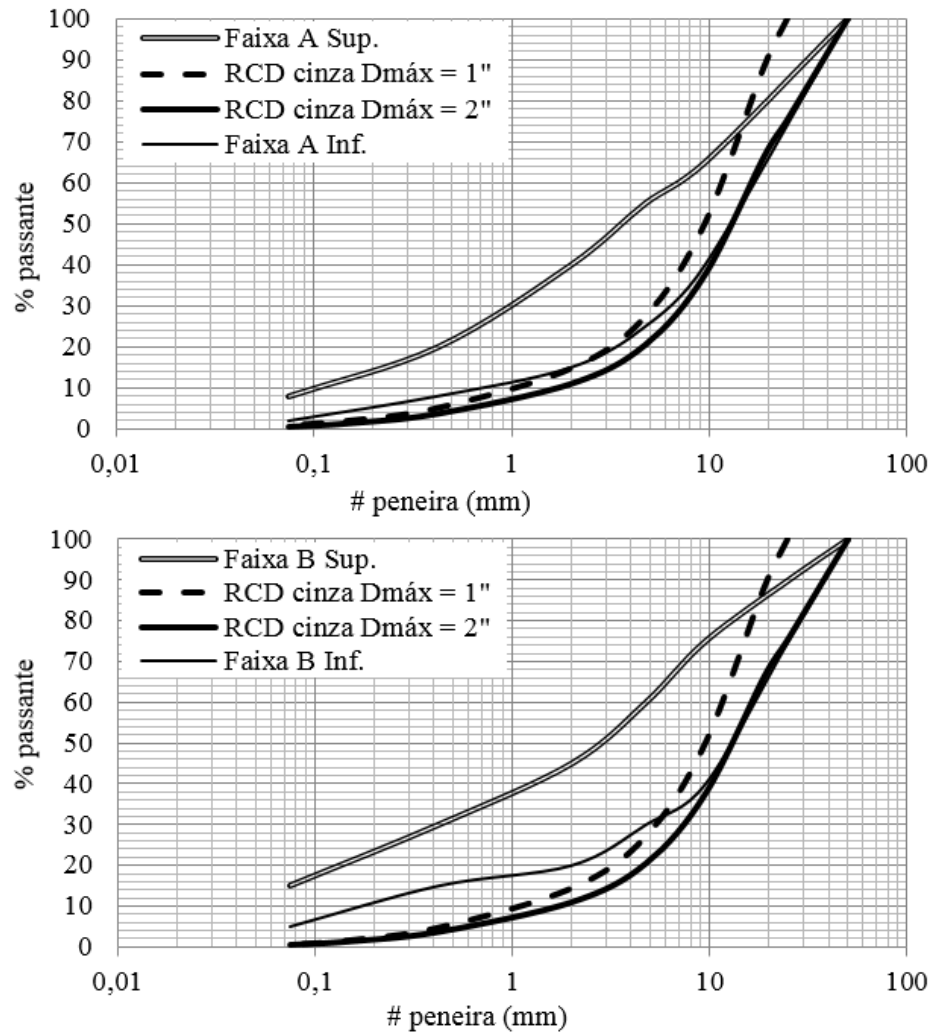


Figura 28 - Comparação das curvas granulométricas dos RCD com Dmáx de 1'' e 2'' com as faixas A e B do DNIT.

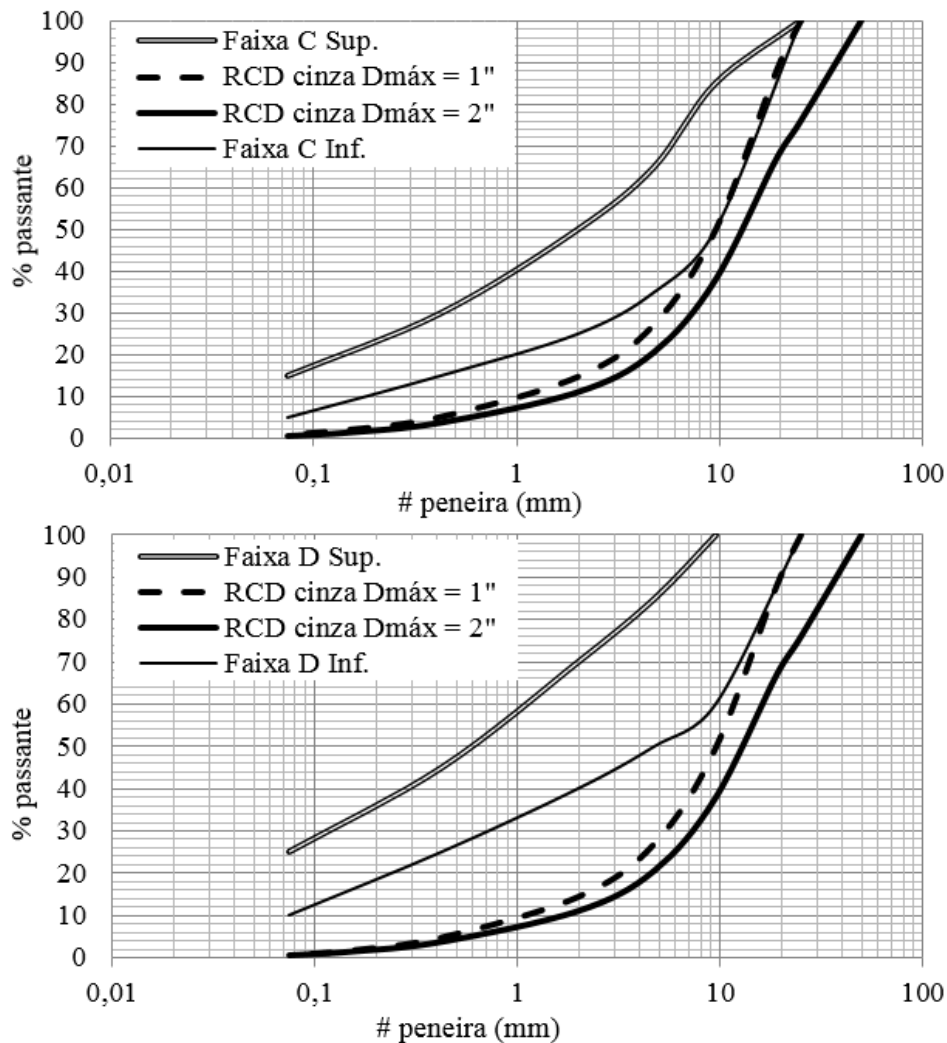


Figura 29 – Comparação das curvas granulométricas dos RCD com Dmáx de 1'' e 2'' com as faixas C e D do DNIT.

4.1.2 Curvas de Compactação

Na figura 30 estão apresentadas as curvas de compactação das composições com 100% de RCD cinza. Pode-se perceber que há certa variação do γ_d para as diferentes umidades de ensaio, embora essas variações sejam bastante pequenas. A variação de ω_0 entre as duas curvas também é considerada pequena e, provavelmente, se dê em função do aumento da área específica dos agregados, que é maior para agregados com menor diâmetro.

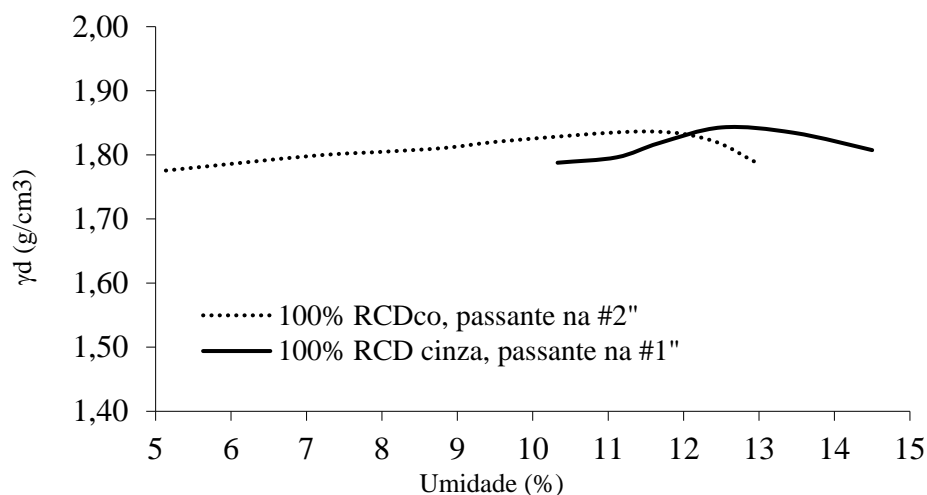


Figura 30 – Curvas de compactação dos RCD cinza

Na sequência, foram compilados, na tabela 7, os valores de ω_0 e γ_d de todas as curvas obtidas; tais valores são provenientes das curvas de compactação das outras composições, mostradas na figura 31, onde foram apresentadas todas as curvas de compactação. Ao analisarmos essas informações, percebe-se, claramente, a influência da incorporação de agregado cerâmico no agregado de concreto. No que tange à umidade ótima de compactação, esta se mostrou variando de 12,5% a 23,6%, enquanto o peso específico aparente seco dessas misturas variou de 1,84 g/cm³ a 1,53 g/cm³. Tais valores se apresentaram na mesma ordem de grandeza dos valores encontrados em literatura para esse tipo de material. Salienta-se, ainda, que essa variação do γ_d e da ω_0 , em função da quantidade de material cerâmico adicionado ao RCD cinza, apresentou um comportamento linear.

Tabela 7 – Resumo dos parâmetros ω_0 e γ_d para todas as amostras

Proporção	Propriedade	
	ω_0 (%)	γ_d (g/cm ³)
100% RCD cinza, passante na #1"	12,5	1,843
90% RCD cinza, 10% RCD vermelho	14,4	1,785
80% RCD cinza, 20% RCD vermelho	16,6	1,729
70% RCD cinza, 30% RCD vermelho	18,5	1,684
60% RCD cinza, 40% RCD vermelho	21,5	1,605
50% RCD cinza, 50% RCD vermelho	23,6	1,523

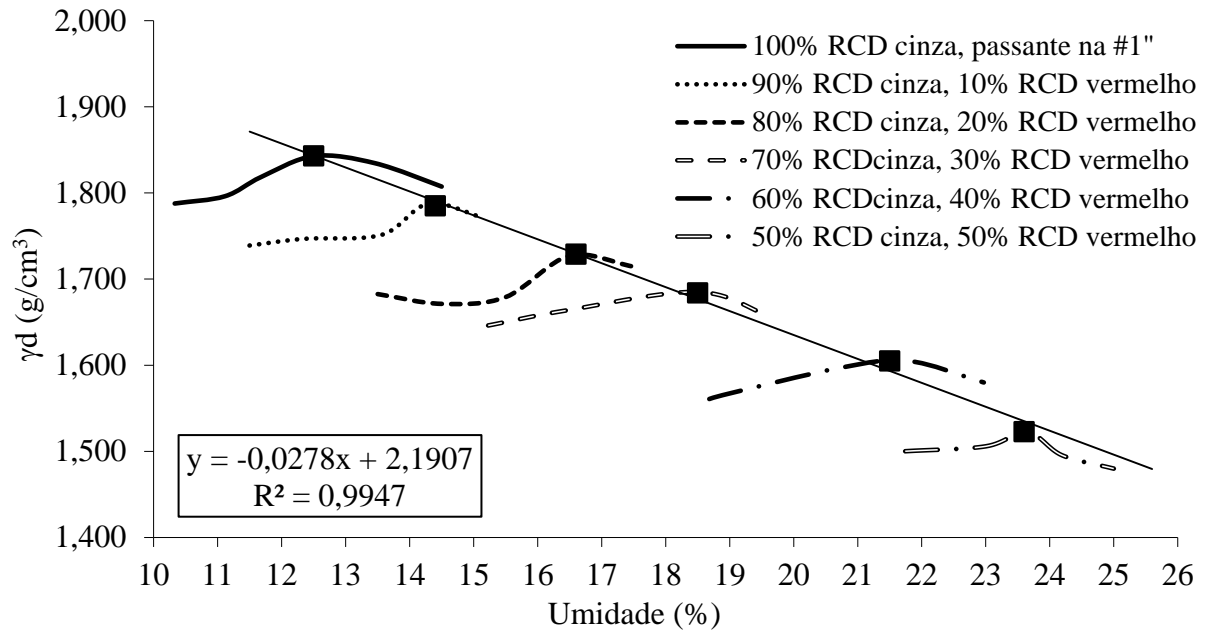


Figura 31 – Curva de compactação dos RCD cinza com todas adições de RCD vermelho

Ainda, buscando uma melhor compreensão dos efeitos da incorporação de material cerâmico nos ARC, avaliou-se as variações na umidade ótima de compactação e no peso específico aparente seco máximo desse material, em função do acréscimo de agregado cerâmico. Esses comportamentos são mostrados nas figuras 32 e 33, respectivamente.

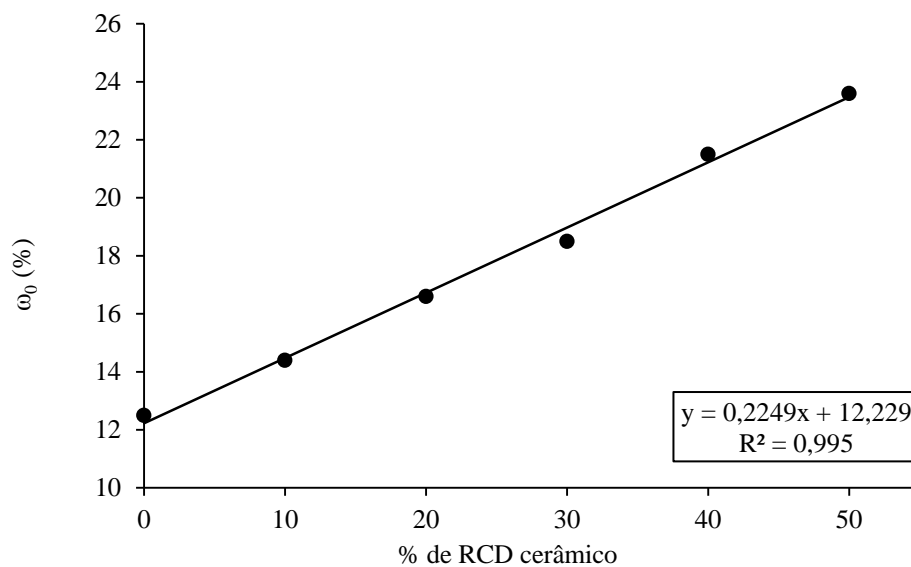


Figura 32 – Aumento da umidade ótima com o acréscimo de RCD cerâmico

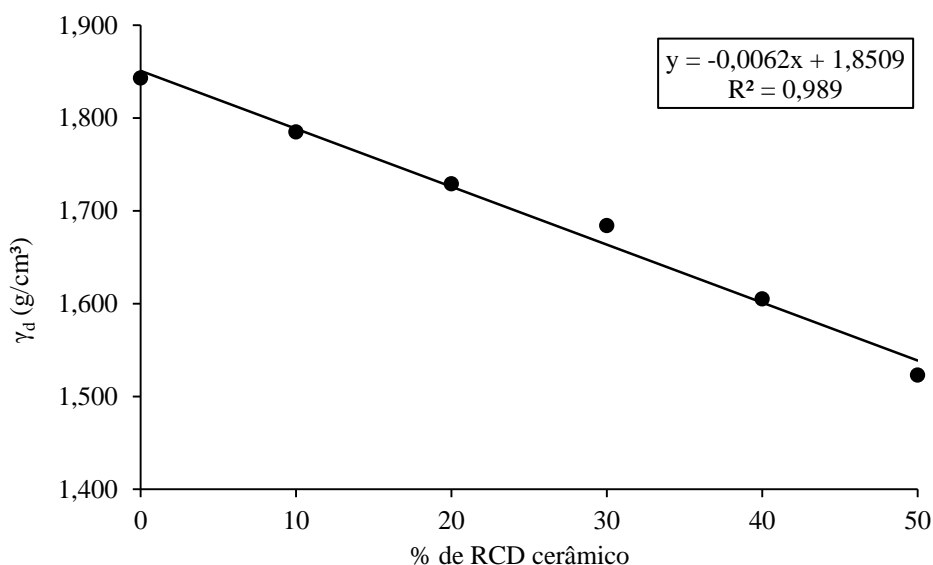


Figura 33 – redução do peso específico aparente seco máximo com o aumento de RCD cerâmico

Foi possível perceber, a partir das figuras acima, que γ_d e ω_0 são diretamente dependentes da quantidade de RCD vermelho adicionado, apresentando uma variação linear.

Percebeu-se, ao se compactar a última camada das composições 70/30, 60/40 e 50/50, na umidade ótima e no ramo úmido, exsudação de água, tanto na base do molde metálico quanto na sua superfície superior. Deve-se ficar atento à ocorrência desse fenômeno, pois com a saída da água pode ocorrer carreamento dos grãos mais finos, comprometendo o preenchimento dos vazios entre agregados mais graúdos e, por conseguinte, a resposta estrutural desse material.

Chama-se a atenção para esse comportamento, porque a norma de compactação de materiais granulares em campo (DNIT, 2010b), inclui uma tolerância de 2% abaixo e até 1% acima do teor de umidade ótimo, podendo acarretar na exsudação e perda de material fino, caso se trabalhe no limite superior. Se as curvas de compactação forem analisadas individualmente, pode-se ver pequena (quase insignificante) influência da umidade de compactação no peso específico.

Pode-se pensar, portanto, em trabalhar, em campo, com esse material em uma umidade abaixo da ótima, talvez até abaixo do limite estipulado pelo DNIT, buscando evitar esse problema e, concomitantemente, economizar água.

Foi possível verificar, durante a execução dos ensaios de compactação, a ocorrência de quebra de grande parte das partículas mais grosseiras, não apenas de RCD vermelhos, embora com

esses tenha ocorrido em maior proporção, causando uma alteração na curva granulométrica desses materiais. Poderia se trabalhar, talvez, em busca de algum método alternativo de compactação que se aproximasse mais dos métodos utilizados em campo, como a vibro-compactação, pois variações na granulometria afetam os resultados dos ensaios de comportamento mecânico.

Ainda em relação às curvas de compactação, percebeu-se que nem todas apresentaram a forma típica, em forma de sino. Isso já era esperado, em função das conclusões apresentadas por Lee e Suedkamp (1972), que estudaram as características de curvas de compactação com forma irregular, geralmente causado pela distribuição granulométrica e da mineralogia dos materiais.

4.1.3 Abrasão

Os ensaios de abrasão revelaram que a incorporação de RCD vermelho influenciou na perda de massa por abrasão das misturas. Ao trabalhar-se com os RCD cinza nas faixas A e B, verificou-se valores de perda de massa por abrasão na ordem de 30%. Já quando analisou-se os RCD mistos das composições 50/50 e 0/100, esse índice de perda de massa chegou a valores na ordem de 45%, um aumento de 50% em relação ao agregado composto puramente por concreto. Os valores referentes a cada ensaio são apresentados na tabela 8.

Tabela 8 – Dados dos ensaios de Abrasão Los Angeles

Proporção de material	Faixa A DNIT			Faixa B DNIT		
	100/0	50/50	0/100	100/0	50/50	0/100
Massa inicial (g)	5013	4996	4972	4994	4976	4991
Massa final (g)	3455	2853	2745	3609	2852	2850
Perda por abrasão (%)	31	43	45	28	43	43

4.2 COMPORTAMENTO MECÂNICO

Neste item, são descritos os resultados dos ensaios de módulo de resiliência e resistência ao cisalhamento na compressão triaxial, a partir dos quais foram obtidos alguns dos parâmetros necessários para a análise empírico-mecânica de pavimentos.

4.2.1 Módulo de Resiliência

Buscando-se uma análise visual mais favorável à compreensão da influência da incorporação do RCD vermelho no RCD cinza, não são apresentados os resultados dos ensaios individualmente. Assim, na figura 34 mostram-se os comportamentos segundo o modelo MR- σ_3 de todas as composições analisadas, enquanto a figura 35 apresenta os comportamentos segundo o modelo MR- θ/P_{atm} dessas composições.

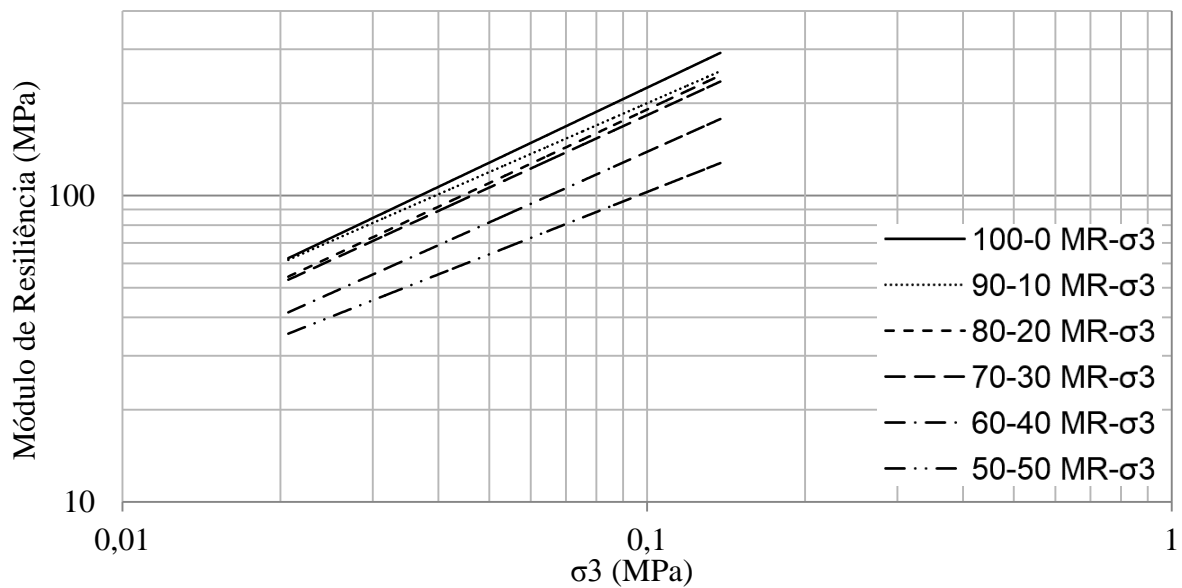


Figura 34 – Comportamento resiliente de todas as amostras pelo modelo MR- σ_3

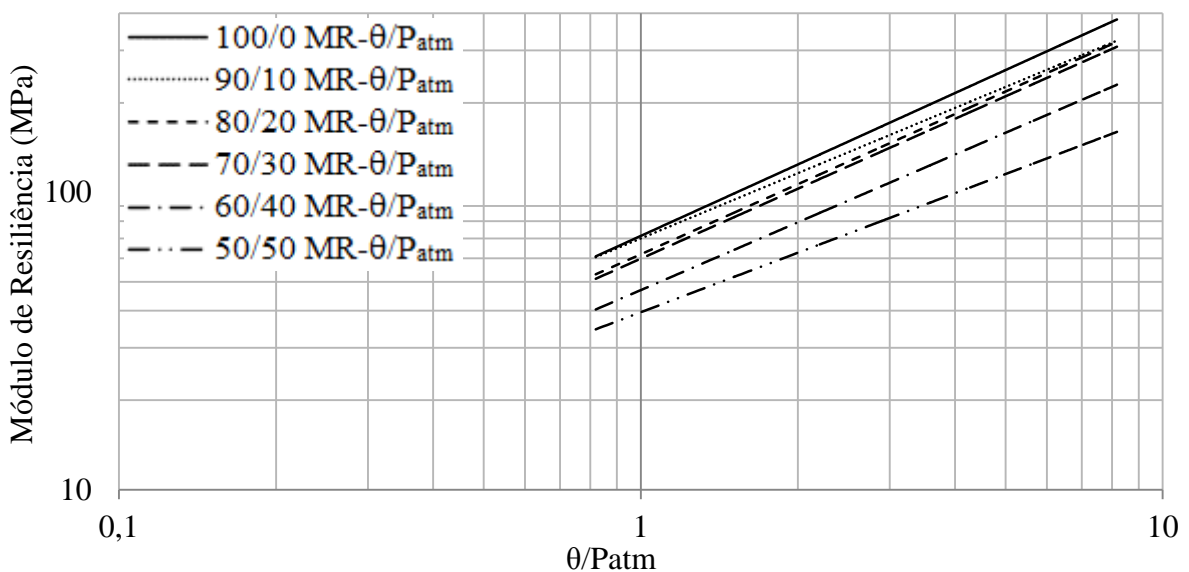


Figura 35 – Comportamento resiliente de todas as amostras pelo modelo MR- θ/P_{atm}

Após a análise desses comportamentos, a partir de modelagem dos resultados dos ensaios, obteve-se os parâmetros k1 e k2 para cada uma das composições, resumidos na tabela 9.

Tabela 9 – Parâmetros k1 e k2 obtidos nas modelagens dos comportamentos dos RCD

Proporção de RCD	MR- σ_3			MR- θ/P_{atm}		
	k1 (MPa)	k2	R ²	k1 (MPa)	k2	R ²
100/0	1463	0,81	0,88	71,4	0,80	0,80
90/10	1118	0,75	0,89	70,0	0,73	0,80
80/20	1196	0,80	0,82	61,9	0,78	0,74
70/30	1116	0,79	0,80	59,8	0,78	0,75
60/40	810	0,77	0,91	46,9	0,76	0,84
50/50	487	0,68	0,96	39,5	0,66	0,88

Na Figura 35 nota-se que, para baixos valores de tensão de confinamento, a adição de RCD vermelho ao RCD cinza provocou uma redução no valor do MR de até 36% (variando de 56 MPa para o ARC até 36 MPa para a composição 50/50), sendo a redução tanto mais acentuada quanto maior a porcentagem de RCD cerâmico. Para elevadas tensões de confinamento, a redução foi em torno de 55% (variando de 316 MPa para o ARC até 142 MPa para a composição 50/50).

Ao analisar-se a tabela 9, vê-se que, conforme aumenta a porcentagem de material cerâmico nas composições, há uma redução nos valores dos parâmetros k1 e k2, indicando que quanto maior a porcentagem de agregado cerâmico, menor será o módulo de resiliência e menor será a influência do estado de tensões nesse parâmetro. Na figura 36, evidencia-se essa variação do coeficiente k1 em relação ao teor de agregado cerâmico. Constata-se, portanto, a influência da composição no comportamento resiliente dos materiais ensaiados.

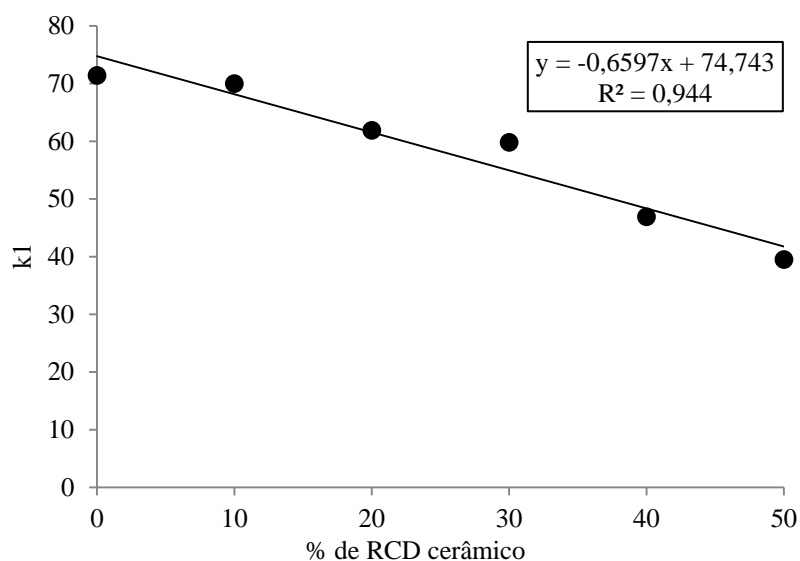


Figura 36 – variação de k1 em função da % de RCD cerâmico

Entretanto, salienta-se que a composição 90/10 não seguiu o comportamento das outras misturas, ao apresentar um valor k2 menor que o das composições 80/20, 70/30 e 60/40, possivelmente em virtude de algum resultado espúrio, consequência da heterogeneidade do material ou de algum erro de ensaio.

Buscando-se maior embasamento para afirmar que os RCD em geral podem apresentar desempenho satisfatório quando aplicados em campo, assemelhando-se aos agregados naturais comumente utilizados em pavimentação, comparou-se o comportamento resiliente dos RCD cinza e das várias composições com o comportamento de uma brita graduada simples. Essa comparação é mostrada na figura 37.

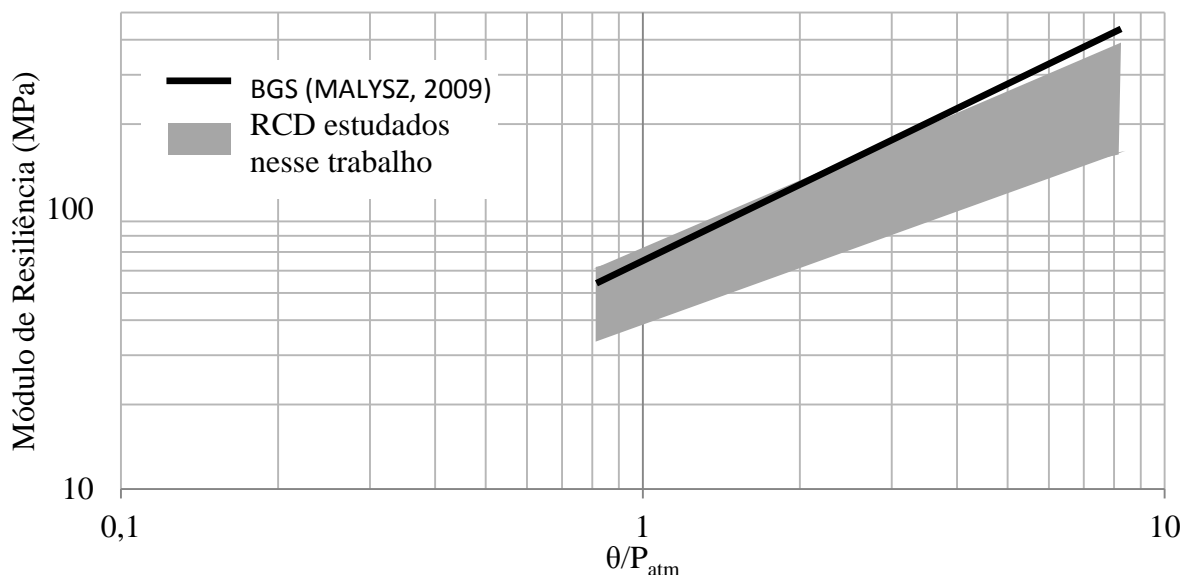


Figura 37 – Comportamento resiliente das composições de RCD estudadas e o de uma BGS

Analisando-se conjuntamente a tabela 9 e a figura 37, percebe-se certa similaridade entre os parâmetros da brita ($k_1 = 62,65$ MPa e $k_2 = 0,89$) e do RCD cinza ($k_1 = 71,4$ MPa e $k_2 = 0,80$). Salienta-se que os valores de k_1 e k_2 obtidos para as composições estudadas nesta pesquisa, de forma geral, se assemelham aos relatados por Delongui (2016). Esse autor, ao estudar o comportamento resiliente de uma composição de RCD misto proveniente da cidade de Porto Alegre, encontrou valores de k_1 variando de 35 a 51 MPa, e k_2 entre 0,67 e 1,03. Ainda, os parâmetros k_1 e k_2 obtidos nessa pesquisa se assemelham aos encontrados por Matuella *et al.* (2015), ao estudarem outra fonte de RCD da mesma cidade, com $k_1 = 53,5$ MPa e $k_2 = 0,79$.

4.2.2 Resistência ao cisalhamento na compressão triaxial

Realizaram-se três ensaios de resistência ao cisalhamento na compressão triaxial para cada composição com tensões confinantes (σ_3) de 12 kPa, 50 kPa e 100 kPa. Como já informado, tais valores foram escolhidos por estarem na mesma ordem de grandeza dos valores de σ_3 que se estima encontrar nas camadas granulares das estruturas de pavimentos que foram analisadas na sequência do trabalho. Os gráficos de tensão (σ_d) *versus* deformação (ϵ), e as trajetórias de tensões, utilizadas para a obtenção dos parâmetros ϕ e c , são apresentados nas figuras 38 a 43.

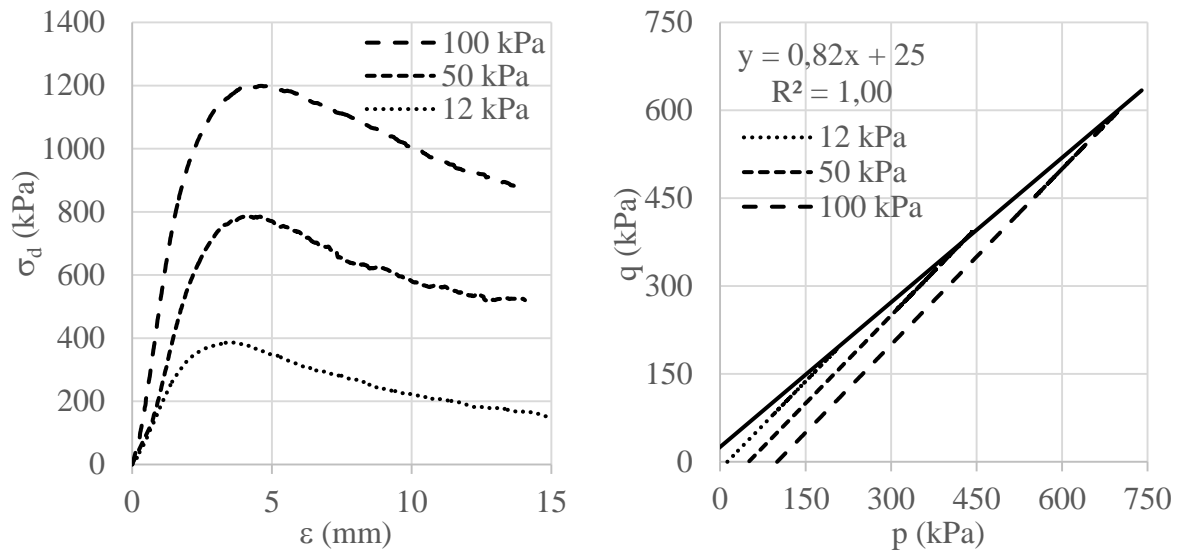


Figura 38 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza

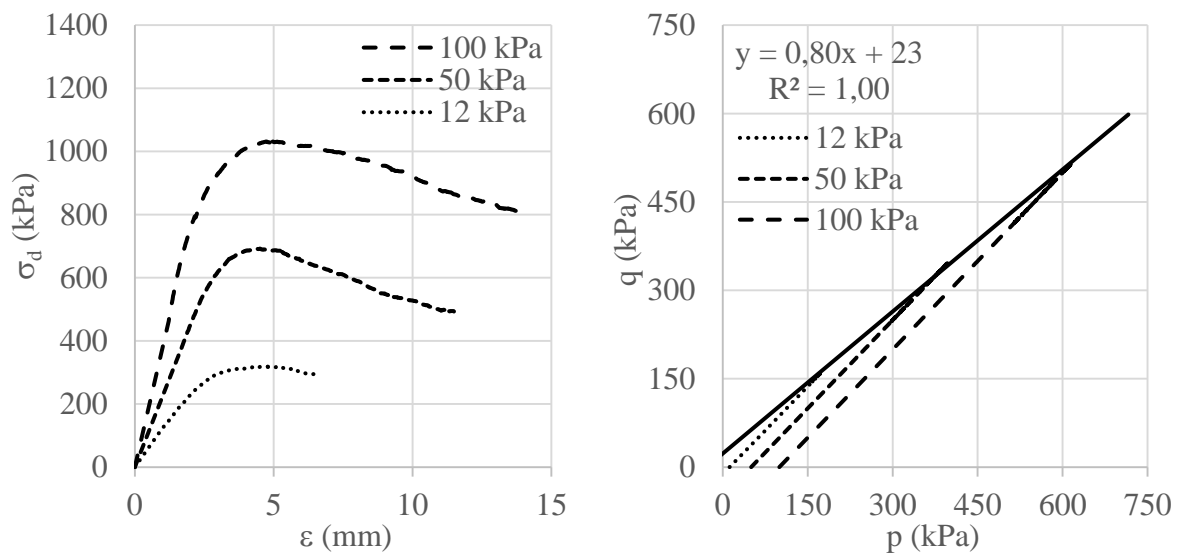


Figura 39 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 10% de RCD vermelho

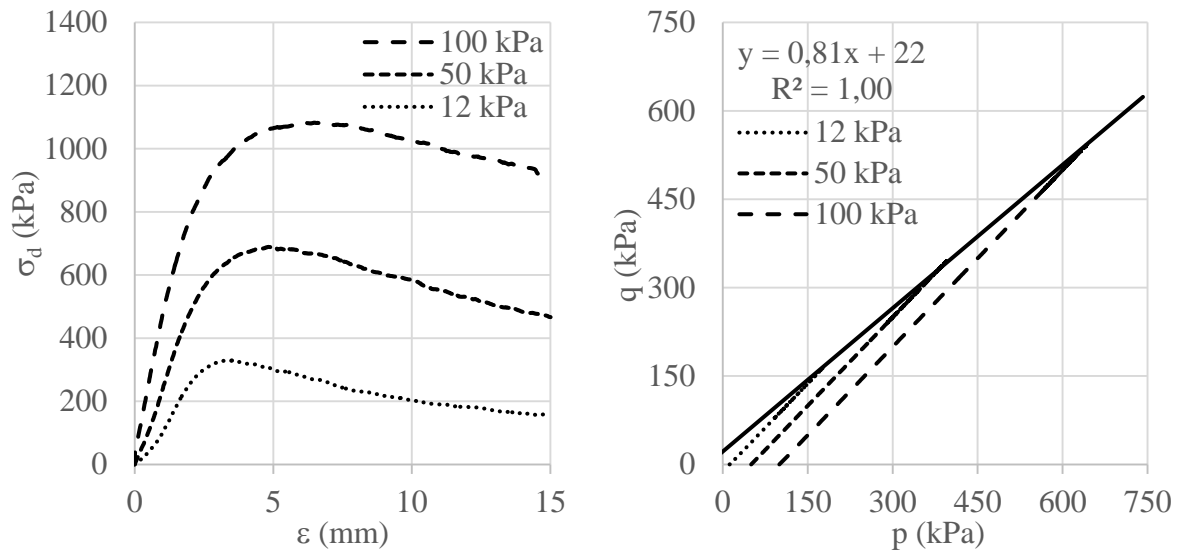


Figura 40 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adiao de 20% de RCD vermelho

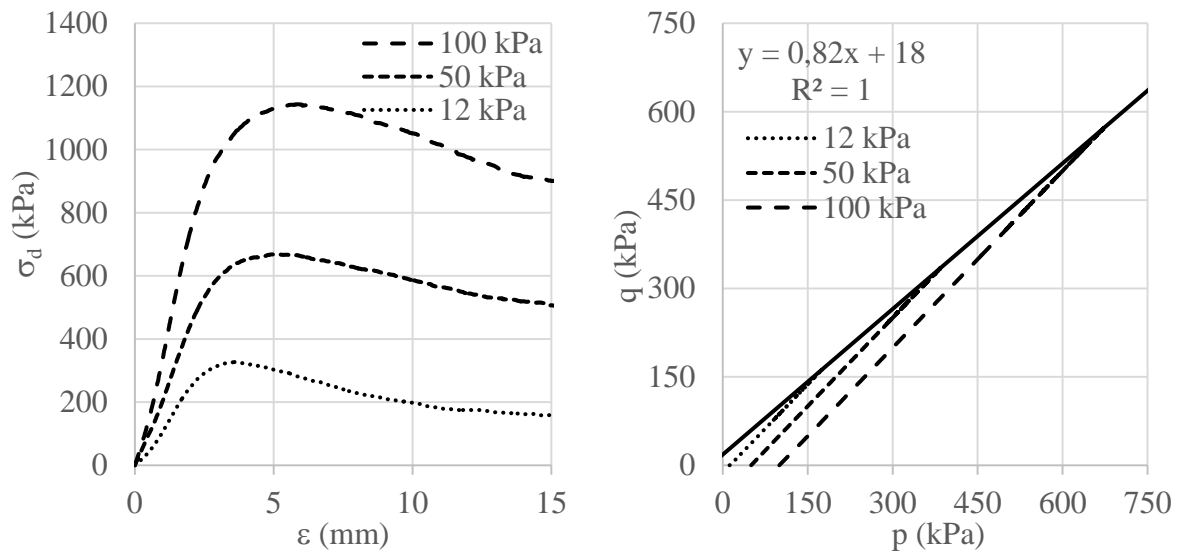


Figura 41 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adiao de 30% de RCD vermelho

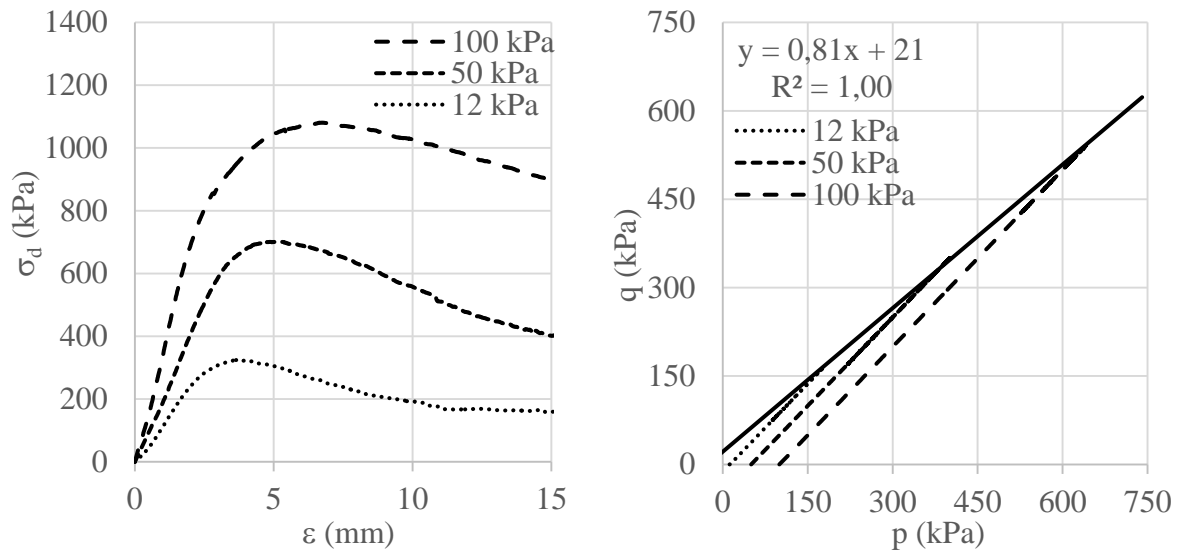


Figura 42 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 40% de RCD vermelho

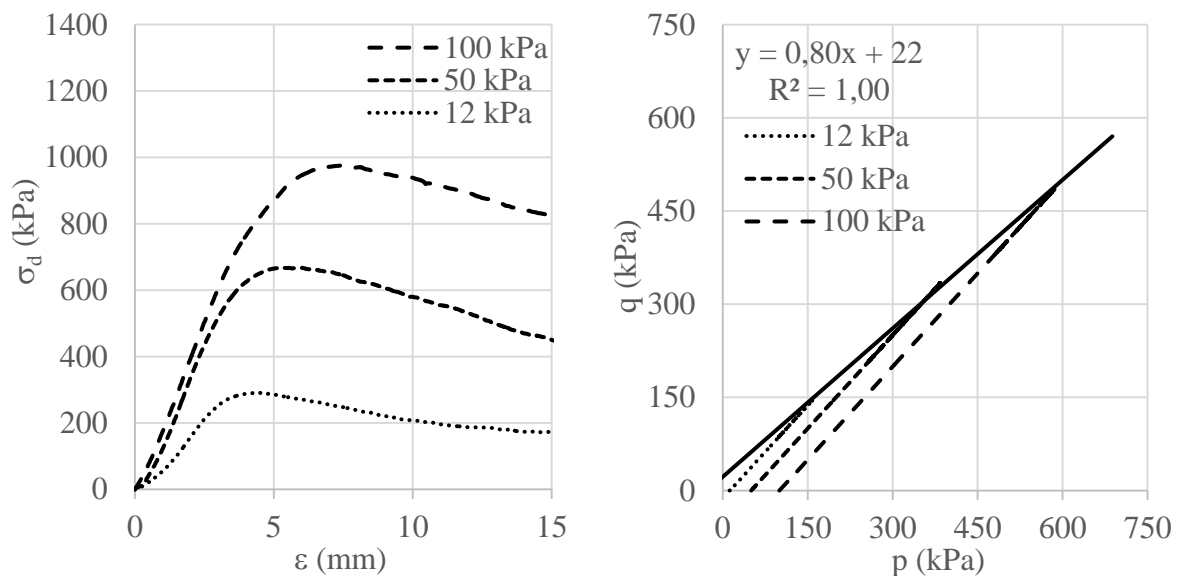


Figura 43 – Comportamento $\sigma \times \varepsilon$ (esquerda) e diagrama $q \times p$ (direita) dos RCD cinza com adição de 50% de RCD vermelho

A partir da modelagem no espaço $q \times p$, para cada conjunto de amostras, foi possível obter os parâmetros a e α , com os quais foram estimados os valores de c e ϕ para cada composição, resumidos na tabela 10. Junto a estes, são apresentados dados de outros materiais granulares, de forma que seus comportamentos possam ser comparados.

Tabela 10 – Intercepto coesivo e ângulo de atrito interno dos RCD estudados e outros agregados encontrados em literatura

Material	Parâmetros de resistência ao cisalhamento	
	c (kPa)	ϕ (°)
RCD dessa pesquisa, composição 100/0	44	55
RCD dessa pesquisa, composição 90/10	39	53
RCD dessa pesquisa, composição 80/20	38	54
RCD dessa pesquisa, composição 70/30	32	55
RCD dessa pesquisa, composição 60/40	37	54
RCD dessa pesquisa, composição 50/50	37	53
RCD misto (DELONGUI, 2016)	34 a 133	42 a 52
RCD misto (MATUELLA <i>et al.</i> 2015)	12,3	54
RCD misto (SANTOS 2007)	8,1	41
RCD cinza (GÓMEZ, 2016)	28	40
RCD misto (ARULRAJAH, 2012)	49 a 80	43 a 50
BSG (MALYSZ, 2009)	61,8	60,7

Com os resultados obtidos, não se pode afirmar que a composição afete de maneira evidente os valores de ângulo de atrito das misturas estudadas. Da mesma forma, a porcentagem de material cerâmico não parece afetar significativamente os valores de coesão. Entretanto, embora os valores de coesão diminuam gradativamente em função da quantidade de material cerâmico, a composição 70/30 apresentou coesão consideravelmente mais baixa que as outras composições, até mesmo daquelas com maior porcentagem de RCD vermelho. Esse comportamento atípico possivelmente se dá em função da heterogeneidade do material, da falha na execução de algum ensaio ou da soma desses dois fatores. De maneira geral, pode-se dizer que os materiais estudados apresentaram, em média, valores de coesão de 39 kPa e ângulo de atrito de 54°.

Globalmente, percebe-se que os RCD estudados nesta pesquisa têm um comportamento semelhante a de outros RCD referidos na literatura. Mais ainda, seu comportamento é, dependendo da composição, semelhante ao da BGS, material tradicionalmente empregado em bases de pavimentos flexíveis. Dessa forma, fica demonstrado que, em função dos parâmetros

de deformabilidade elástica e de resistência ao cisalhamento, os RCD estudados podem ser empregados como agregados para camadas granulares de pavimentos urbanos.

5 AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS DE PAVIMENTOS

Para poder-se, então, estimar a influência da composição dos RCD na vida útil de pavimentos de vias urbanas, as estruturas-tipo representadas nas figuras 44 a 46, foram analisadas com emprego do *software* Everstress 5.0. Os mecanismos de degradação considerados para estimativa de vida útil foram: o acúmulo de deformações permanentes no topo do subleito e a ruptura por cisalhamento da base granular. Os resultados das análise mecânicas para todas as estruturas são apresentadas no anexo A.

8 cm	Blocos de concreto ($MR_{FIXO} = 2000 \text{ Mpa}$)						
3 cm	Areia de assentamento (MATTOS, 2014)						
15 cm 25 cm e 35 cm	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	BGS (MALYSZ, 2009)
Sem fim	Solo A (RODRIGUES, 1997)						

Figura 44 – Estruturas-tipo com subleito argiloso de comportamento laterítico

8 cm	Blocos de concreto ($MR_{FIXO} = 2000 \text{ Mpa}$)						
3 cm	Areia de assentamento (MATTOS, 2014)						
15 cm 25 cm e 35 cm	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	BGS (MALYSZ, 2009)
Sem fim	Solo B (KERN, 2017)						

Figura 45 – Estruturas-tipo com subleito argiloso

8 cm	Blocos de concreto ($MR_{FIXO} = 2000 \text{ Mpa}$)						
3 cm	Areia de assentamento (MATTOS, 2014)						
15 cm 25 cm e 35 cm	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	BGS (MALYSZ, 2009)
Sem fim	Solo C (WEBER, 2013)						

Figura 46 – Estruturas-tipo com subleito argilo-siltoso

Feita a avaliação empírico-mecânica com os modelos do SAPEM (SOUTH AFRICAN NATIONAL ROADS AGENCY LTD., 2013), apresentada no anexo B, obtiveram-se as estimativas de vida útil dessas estruturas frente aos dois mecanismos de degradação avaliados. Esses valores são apresentados nas tabelas 11 a 13, enquanto nas figuras 47 a 49 são comparados os números equivalentes de eixo padrão (Número N) correspondente a cada modelo, para cada tipo de subleito considerado.

Tabela 11 – Vida útil (valores de N) considerando a ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e a deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}). Subleito – solo A

Material da base	N_{CCG}			N_{DP}		
	15 cm	25 cm	35 cm	15 cm	25 cm	35 cm
BGS	6,4E+07	8,9E+08	1,3E+10	2,9E+05	3,6E+06	1,3E+08
100/0	1,8E+06	8,6E+06	4,1E+07	2,9E+05	3,4E+06	1,2E+08
90/10	8,1E+05	2,9E+06	1,1E+07	3,3E+05	3,7E+06	1,3E+08
80/20	8,6E+05	3,1E+06	1,2E+07	3,6E+05	4,2E+06	1,5E+08
70/30	4,8E+05	1,5E+06	4,9E+06	3,9E+05	4,5E+06	1,5E+08
60/40	9,4E+05	3,2E+06	1,4E+07	7,0E+05	8,2E+06	2,8E+08
50/50	9,9E+05	3,4E+06	1,5E+07	1,7E+06	1,9E+07	5,8E+08

Tabela 12 – Vida útil (valores de N) considerando a ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e a deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}). Subleito – solo B

Material da base	N_{CCG}			N_{DP}		
	15 cm	25 cm	35 cm	15 cm	25 cm	35 cm
BGS	1,6E+08	2,7E+09	4,5E+10	1,8E+03	7,4E+03	7,1E+04
100/0	3,1E+06	1,7E+07	8,7E+07	1,8E+03	7,5E+03	7,4E+04
90/10	1,3E+06	5,0E+06	2,0E+07	1,8E+03	7,3E+03	7,1E+04
80/20	1,4E+06	5,3E+06	2,2E+07	1,9E+03	7,3E+03	6,9E+04
70/30	7,2E+05	2,3E+06	8,1E+06	1,9E+03	7,3E+03	6,9E+04
60/40	1,5E+06	5,3E+06	2,3E+07	2,4E+03	8,3E+03	7,4E+04
50/50	1,6E+06	5,4E+06	2,4E+07	3,4E+03	1,1E+04	9,3E+04

Tabela 13 – Vida útil (valores de N) considerando a ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e a deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}). Subleito – solo C

Material da base	N_{CCG}			N_{DP}		
	15 cm	25 cm	35 cm	15 cm	25 cm	35 cm
BGS	1,0E+08	1,7E+09	2,9E+10	1,9E+04	6,9E+04	6,0E+05
100/0	2,3E+06	1,2E+07	6,6E+07	1,9E+04	6,9E+04	6,1E+05
90/10	1,0E+06	3,9E+06	1,6E+07	2,0E+04	7,0E+04	6,0E+05
80/20	1,1E+06	4,2E+06	1,8E+07	2,0E+04	7,1E+04	6,1E+05
70/30	5,9E+05	1,9E+06	6,7E+06	2,1E+04	7,2E+04	6,1E+05
60/40	1,2E+06	4,3E+06	1,9E+07	2,7E+04	8,9E+04	7,3E+05
50/50	1,3E+06	4,4E+06	2,0E+07	4,0E+04	1,3E+05	9,6E+05

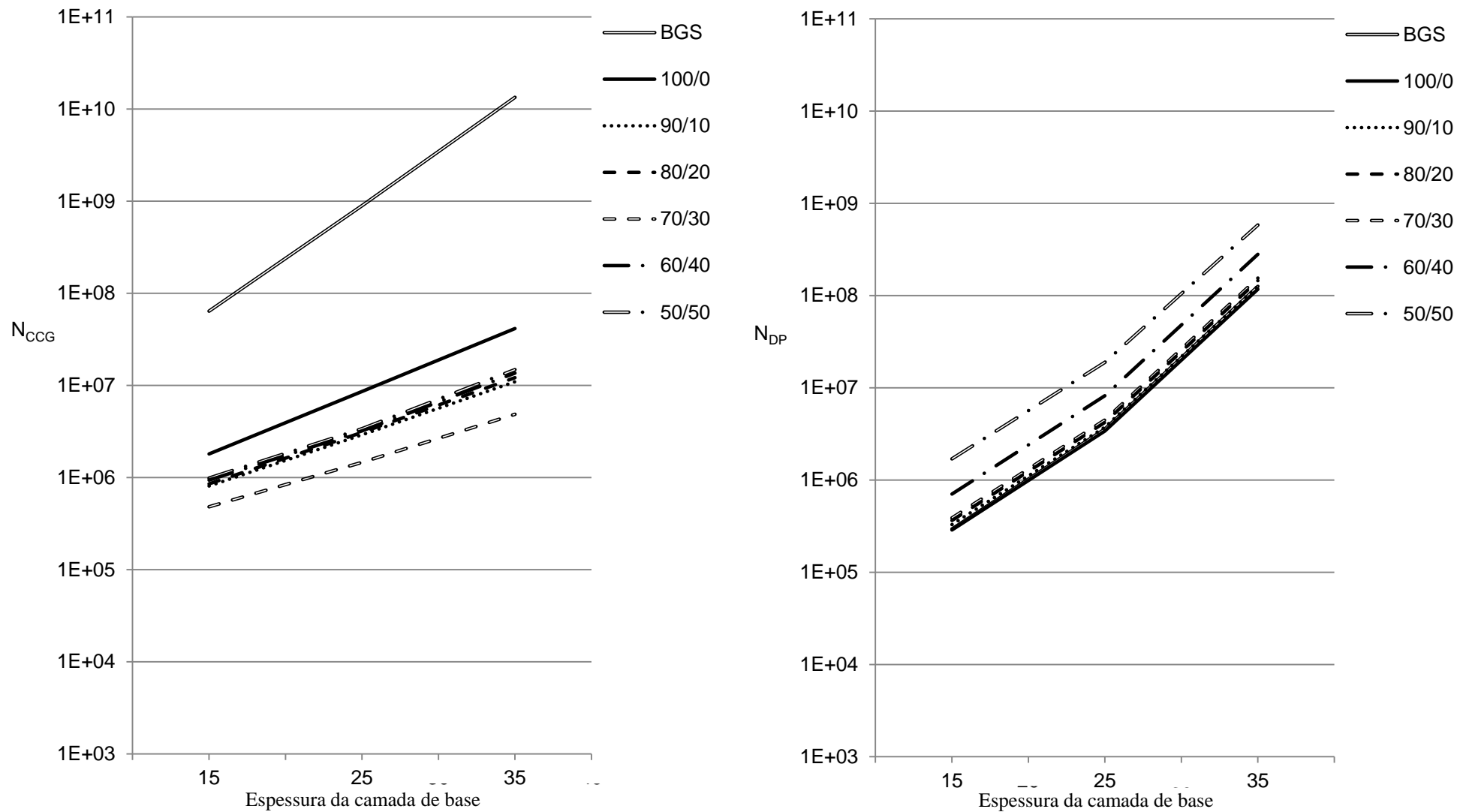


Figura 47 – Vida útil dos pavimentos considerando: ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}) - Subleito o solo A

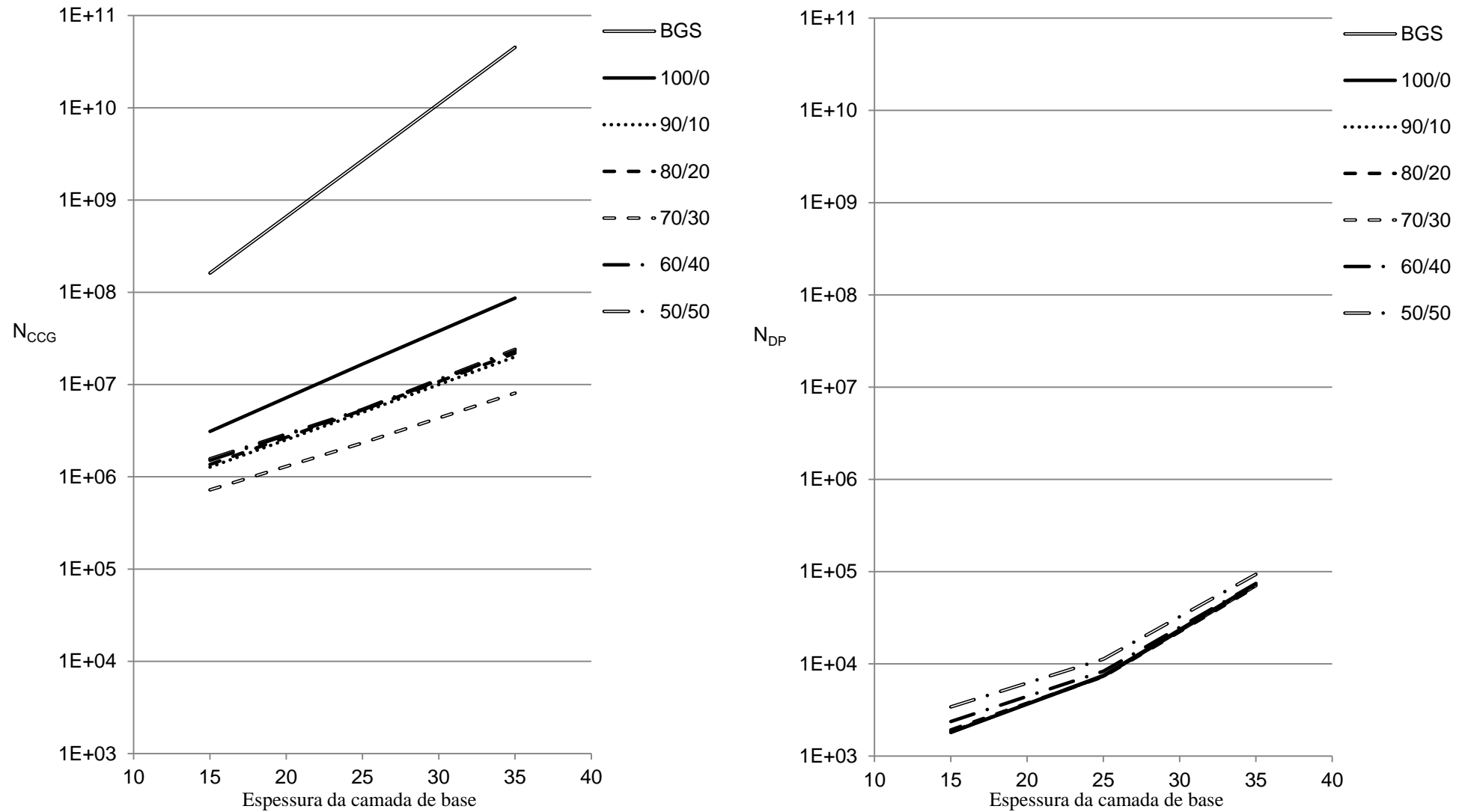


Figura 48 – Vida útil dos pavimentos considerando: ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}) - Subleito o solo B

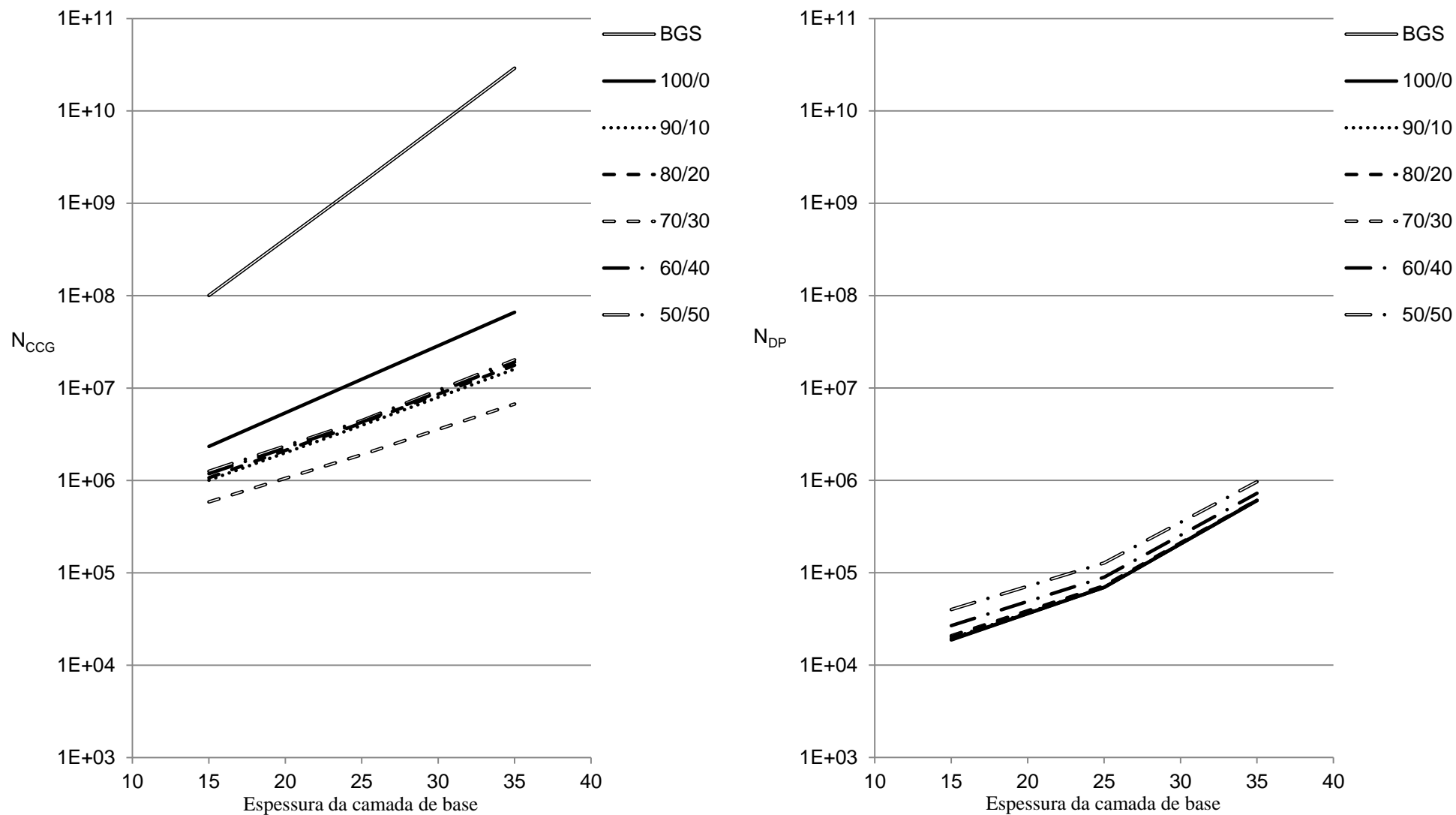


Figura 49 – Vida útil dos pavimentos considerando: ruptura por cisalhamento da camada granular (N_{CCG}) e deformação permanente de 10 mm no topo do subleito (N_{DP}) - Subleito o solo C

Ao se comparar os valores de $N_{CCG(100/0)}$ com os $N_{CCG(RCD \text{ mistos})}$, viu-se que estes apresentaram comportamento muito semelhante (exceto para a composição 70/30) para qualquer composição que conteve material cerâmico. Assim, comparou-se apenas os comportamentos dos RCD cinza com os $RCD_{MISTOS(50/50)}$.

Analisando as figuras 47 a 49, percebeu-se que qualquer adição de RCD vermelho aos RCD cinza provocou uma redução da vida útil de aproximadamente 2 vezes quando a espessura da camada granular (h_{CG}) é de 15 cm; de 3 vezes quando a h_{CG} é 25 cm, e de 3,7 vezes, em média, quando a $h_{CG} = 35$ cm, independente do solo de subleito considerado. Esses valores, em conjunto com as variações de vida útil em termos de deformação permanente, são resumidos na tabela 14. Salienta-se que nessa análise não foram incluídas contempladas as vidas úteis relativas à composição 70/30, visto que, como já comentado, o valor do intercepto coesivo, medido nos dos ensaios de resistência ao cisalhamento, não acompanhou a tendência das demais composições, possivelmente sendo um resultado espúrio.

Tabela 14 – Relação entre as vidas úteis das estruturas dimensionadas com RCD cinza e RCD misto

Relação avaliada	Subleito	15 cm	25 cm	35 cm	Média
$N_{CCG(100/0)} / N_{CCG(50/50)}$	Solo A	2,1	3,2	3,9	3,1
	Solo B	1,9	3,1	3,6	2,9
	Solo C	1,8	2,7	3,3	2,6
$N_{DP(50/50)} / N_{DP(100/0)}$	Solo A	5,8	5,6	4,8	5,5
	Solo B	1,9	1,5	1,3	1,6
	Solo C	2,1	1,9	1,6	1,9

Quando se comparam os valores de $N_{CCG(BGS)}$ e $N_{CCG(100/0)}$, percebe-se grandes diferenças, sendo a vida útil das estruturas compostas por BGS aproximadamente 35 vezes maior, para $h_{CG} = 15$ cm, 100 vezes para $h_{CG} = 25$ cm e 300 vezes quando a h_{CG} é 35 cm. É possível que o modelo 12 empregado para estimar N_{CCG} tenha sido calibrado para pavimentos com estruturas muito diferente às consideradas neste capítulo, não tendo assim elevada confiabilidade.

Destaca-se que, embora as diferenças sejam bastante expressivas e os valores de $N_{CCG(RCD \text{ mistos})}$ sejam menores que os $N_{CCG(100/0)}$, de forma geral, as vidas úteis estimadas em função da ruptura por cisalhamento da camada granular das composições mistas de RCD são bastante

elevadas ($N \approx$ entre 10^6 e 10^7), sendo considerados perfeitamente aceitáveis para pavimentos urbanos.

Ao analisar-se a vida útil em termos de deformação permanente, também verifica-se que há influência da composição dos RCD. Entretanto, diferentemente do que ocorre com o N_{CCG} , que diminui à medida que aumentam os teores de RCD vermelho, os valores de N_{DP} crescem junto com a porcentagem de resíduo cerâmico. Para solos de subleito que apresentem valores mais elevados de módulo de resiliência (solo A), o $N_{DP(50/50)}$ é 5,9 vezes maior que $N_{DP(100/0)}$ quando a espessura da camada granular h_{CG} é de 15 cm; 5,6 vezes quando a h_{CG} é 25 cm e 4,8 vezes quando a $h_{CG} = 35$ cm; valores. Em média, $N_{DP(50/50)}$ é 5,5 vezes maiores que $N_{DP(100/0)}$. Por sua vez, para os subleitos com módulos de resiliência mais baixos (solos B e C), o quociente entre $N_{DP(50/50)}$ e $N_{DP(100/0)}$, que explicita o aumento da vida útil, em termos de deformação permanente do subleito, variou entre 1,6 e 1,9 vezes.

Observando-se cada estrutura como um todo, comparando-se os valores de N_{CCG} e de N_{DP} , ficou nítido que para solos que apresentaram um mau comportamento em termos de módulo de resiliência, variando de 81 a 84 MPa para o solo B e 110 MPa (constante) para o solo C, a deformação permanente foi o limitador da vida útil do pavimento, independente da presença ou não de material cerâmico; ou seja, o N_{CCG} foi sempre consideravelmente maior que o N_{DP} . Quando o subleito foi constituído pelo solo A, menos deformável, com módulos variando de 155 a 221 MPa, o N_{CCG} foi da mesma ordem de grandeza que o N_{DP} ($\approx 10^6$) para camadas granulares mais delgadas (15 e 25 cm). Já quando foram analisadas estruturas mais robustas, o N_{CCG} se manteve entre 10^6 e 10^7 , ao passo que o N_{DP} , ficou na ordem de 10^8 .

Assim, com os resultados das análises mecânicas, foi possível perceber a influência da composição dos RCD na vida útil das estruturas estudadas nessa pesquisa e ainda quantificá-la. Contudo, salienta-se que essa influência da porcentagem de RCD cerâmico no RCD de concreto não pode ser tida como algo que implicará em comportamentos que ocorram sempre da mesma forma. Diferentemente das análises das curvas de compactação, que seguiram uma tendência única de comportamento ao passo que a porcentagem de RCD cerâmico era adicionado às composições, quando se verifica a influência dessa incorporação na vida útil de pavimentos, em função das condições do subleito, dos outros materiais empregados na estrutura e outras solicitações impostas ao pavimento, esta pode causar grandes variações, assim como pode praticamente não influenciar de forma significativa.

6 CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento do programa experimental, envolvendo RCD exclusivamente de concreto e composições variadas de RCD mistos, e a avaliação dos resultados laboratoriais e de análises mecânicas, conclui-se que a composição de resíduos de construção e demolição influencia diretamente no seu comportamento mecânico e terá influência significativa no desempenho de pavimentos em que forem usados.

Conclusões mais pontuais, relacionadas às diversas questões avaliadas durante o trabalho, são apresentadas na sequência.

Quanto à caracterização física dos RCD:

- a) As composições 50/50 E 0/100, nas graduações A e B, apresentaram perdas de massa por abrasão elevadas (próximas de 45%), maiores que as correspondentes a britas geralmente utilizadas na pavimentação. Entretanto, essa característica não é um limitador do emprego dos RCD em vias urbanas de baixo e médio volumes de tráfego (N entre 10^5 e 10^6), visto que o limite normativo é de 50%;
- b) Mesmo que a curva granulométrica dos RCD coletados não tenha se enquadrado nas faixas do DNIT (2010b) para bases granulares de pavimentos rurais, não foi feita correção granulométrica porque se visou avaliar a utilização desses resíduos com a mínima intervenção pós-britagem, gerando menos mão de obra, consumindo menos energia e evitando o uso de outros materiais. Posteriormente, a partir da análise mecânicas de pavimentos, comprovou-se que mesmo sem enquadrar-se nas faixas granulométricas, quando as solicitações do tráfego não são muito elevadas, como em pavimentos urbanos, os RCD estudados apresentam elevado potencial de uso em camadas inferiores de pavimentos;

- c) A mistura de resíduos de material cerâmico nos resíduos de concreto causou elevada variação tanto no peso específico aparente seco quanto na umidade ótima. Para uma mistura sem adição de agregado cerâmico, em comparação a uma amostra composta por 50% de ARC e 50% de agregado cerâmico, o teor de umidade ótimo variou de 12,5 a 23,6%, ao passo que o peso específico aparente seco máximo caiu de 1,843 para 1,523 g/cm³. Obteve-se um comportamento linear, relacionando a umidade ótima com a porcentagem de resíduo cerâmico adicionado.

Quanto ao comportamento mecânico dos RCD:

- d) Os ensaios de resistência ao cisalhamento na compressão triaxial mostraram variação quase inexpressiva no ângulo de atrito interno (de 53° a 55°) e da coesão (32 a 44 kPa) para as diversas composições de RCD estudadas. Esses valores são muito importantes, pois influenciam diretamente nas estimativas de vida útil de pavimentos, em termos de ruptura por cisalhamento;
- e) Foi possível perceber, a partir dos resultados dos ensaios triaxiais de carregamento repetido, que o aumento da porcentagem de RCD cerâmico causa redução do módulo de resiliência e o torna menos dependente do estado de tensões (redução no parâmetro k_2). Ao analisar o comportamento das diversas composições, identificaram-se 3 conjuntos de módulos semelhantes: um grupo constituído pelas composições 100/0 (ARC), 90/10, 80/20 e 70/30, que alcançaram módulos de 50 a 64 MPa para baixas tensões de confinamento e de 281 a 316 MPa para tensões mais elevadas; o segundo pela composição e 60/40, com módulos variando de 40 a 190 MPa, e o terceiro composto pela composição 50/50, com módulos entre 36 e 142 MPa.

Quanto à análise de estruturas dimensionadas com RCD como material granular para a base:

- f) O aumento na porcentagem de RCD cerâmico causou uma redução na vida do pavimento, quando avaliada a ruptura por cisalhamento. Quando se considerou o solo de subleito A, que apresenta melhor comportamento resiliente que os outros, $N_{CCG(100/0)}$ variou entre $1,8 \times 10^6$ e $4,1 \times 10^7$,

enquanto o $N_{CCG(misto)}$ variou, em média, entre $9,0 \times 10^5$ e $1,3 \times 10^7$. Já quando o subleito foi constituído pelo solo B, $N_{CCG(100/0)}$ variou entre $3,1 \times 10^6$ e $8,7 \times 10^7$, e $N_{CCG(misto)}$ variou entre $1,5 \times 10^6$ e $2,2 \times 10^7$. Na mesma ordem de grandeza, o $N_{CCG(100/0)}$ do pavimento construído sobre o solo C variou entre $2,3 \times 10^6$ e $6,6 \times 10^7$, ao passo que o $N_{CCG(misto)}$ variou, em média, entre $1,1 \times 10^6$ e $1,8 \times 10^7$;

- g) Ao se analisar o efeito do acréscimo de material cerâmico no desempenho das estruturas, quando avaliadas em função da deformação permanente no topo do subleito, constata-se um comportamento inverso; à medida que aumentou-se a quantidade de material cerâmico, aumentu também a vida útil N_{DP} . Para estruturas construídas sobre o solo A, o $N_{DP(100/0)}$ variou entre $2,9 \times 10^5$ e $3,4 \times 10^6$, enquanto o $N_{DP(50/50)}$ variou de $1,7 \times 10^6$ a $1,9 \times 10^7$. Já para quando o subleito foi constituído pelo solo B, o $N_{DP(100/0)}$ variou entre $1,8 \times 10^3$ e $7,5 \times 10^4$, e o $N_{DP(50/50)}$ variou entre $3,4 \times 10^3$ e $1,1 \times 10^4$. De forma análoga, o $N_{DP(100/0)}$ do solo C variou entre $1,9 \times 10^4$ e $6,9 \times 10^4$, enquanto o $N_{DP(50/50)}$ variou entre $4,0 \times 10^4$ e $1,3 \times 10^5$;
- h) Globalmente, conclui-se que o se executar pavimentos com RCD sobre solos de subleito com baixos módulos de resiliência, o N_{DP} sempre será o limitador da vida útil do pavimento. Já se os pavimentos forem construídos sobre subleitos com módulos mais altos, é preciso avaliar os dois mecanismos de degradação: a ruptura por cisalhamento da base granular e o acúmulo de deformações permanentes no topo do subleito, pois o $N_{CRÍTICO}$ pode ser tanto N_{CCG} quanto N_{DP} .

Os resultados obtidos nesta pesquisa são semelhantes aos relatados por outros autores. Entretanto, observa-se que é natural que materiais tão heterogêneos quanto os resíduos de construção e demolição apresentem variabilidade significativa nos parâmetros de caracterização física, resistência ao cisalhamento e deformabilidade. Essa variabilidade está associada, fundamentalmente, à composição do material, à fase da obra em que ele é gerado (construção, reforma, demolição) e ao tipo de britador utilizado na sua fragmentação, entre outros fatores. Tendo isso em mente, deve-se ressaltar que cada parcela de RCD a ser explorada deve ser atentamente avaliada, de forma que não se superestime o comportamento

desses materiais, comprometendo seu desempenho quando aplicados em campo. Deve-se, ainda, explorar maneiras de reduzir essa heterogeneidade, seja com ações de separação dos tipos de RCD gerados nas próprias obras, antes de serem conduzidos às usinas de beneficiamento, seja com inspeção, nas usinas, do material recebido, ou quaisquer outras formas que possam auxiliar nesse quesito.

Verificou-se nessa pesquisa, de maneira similar ao que foi concluído por outros pesquisadores, que os RCD têm capacidade de serem utilizados como material de base de pavimentos urbanos. Tanto os RCD cinza, produzidos a partir do beneficiamento de peças de concreto e material pétreo, quanto os RCD mistos, compostos por RCD cinza e diversos teores de RCD vermelho, têm potencial para suportar as solicitações do tráfego, de maneira semelhante aos agregados clássicos da construção civil. Dessa forma, se fortalece a linha de pensamento de que se pode aliar a construção de pavimentos aptos estruturalmente a um modo de construir que contribua para a redução da exploração e da degradação do meio ambiente.

SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Por fim, como possíveis estudos futuros relacionados a essa pesquisa, sugere-se:

- a) Quantificar, de forma geral, a quebra que ocorre durante a moldagem de corpos de prova dos diferentes ensaios realizados neste trabalho, para cada uma das proporções de RCD avaliadas, e analisar individualmente a quebra do RCD vermelho e do RCD cinza dentro dessas misturas;
- b) Realizar ensaios de deformação permanente, visto que, em função da quebra que ocorre no RCD, essas deformações podem alcançar valores elevados, impactando no dimensionamento de pavimentos com esse agregado alternativo;
- c) Verificar a ocorrência ou não de cimentação desses resíduos ao longo do tempo, também para diversas proporções de resíduo de concreto e cerâmico, pois mesmo que esta se apresente em valores pequenos, pode influenciar no desempenho desse agregado como base de pavimentos;

- d) Avaliar essas estruturas-tipo de pavimentos com outros solos de subleito, buscando gerar dados que auxiliem e promovam a utilização desses resíduos como base de pavimentos urbanos, quando não se conhece o comportamento resiliente do solo de subleito, mas se tem sua classificação pedológica.
- e) Estudar a utilização de outras fontes de material cerâmico, como telhas, azulejos, etc., e outras formas de britar desse material, gerando agregados com diferentes componentes e índices de forma, ampliando o conhecimento acerca desse tipo de resíduo;
- f) Avaliar o comportamento dos RCD frente a variações no teor de umidade de ensaio, buscando mensurar a influência da sucção na resistência ao cisalhamento e no módulo de resiliência desses materiais;
- g) Analisar o comportamento de variadas composições de RCD cinza e RCD vermelho frente a diferentes mecanismos de compactação.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo. 92 p. 2017. Disponível em <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D2850**: standard test method for unconsolidated-undrained triaxial compression test on cohesive soils. West Conshohocken, 2007.

ARULRAJAH, A.; PIRATHEEPAN, J.; BO, M. W.; SIVAKUGAN, N. **Geotechnical characteristics of recycled crushed brick blends for pavement sub-base application**. Canadian Geotechnical Journal, 49: 796/811. Ottawa 2012.

ARULRAJAH, A.; RAHMAN, M.A.; PIRATHEEPAN, J.; BO, M.W.; IMTEAZ, M.A. **Interface shear strength testing of geogrid-reinforced construction and demolition materials**. Advances in Civil Engineering Materials. ASTM. doi:10.1520/ACEM20120055. 2013a.

ARULRAJAH, A.; PIRATHEEPAN, J.; DISFANI, M.M.; BO, M.W. **Resilient moduli response of recycled construction and demolition materials in pavement subbase applications**. Journal of Materials in Civil Engineering, doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000766. 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de pavimento intertravado**. São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 51**: agregado graúdo – ensaio de abrasão Los Angeles. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116: 2004**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <...>. Acesso em: 5 dez. 2015.

BALBO J. T. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BEHAK, L. **Análise estrutural de pavimentos de baixo volume de tráfego revestidos com solo modificado com cal considerando ensaios laboratoriais e monitoramento de trechos experimentais**. 2013. 298 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-

Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BERNARDES, A.; THOMÉ, A.; PRIETTO, P. D. M.; ABREU, A. G. **Quantificação e classificação dos resíduos de construção e demolição coletados no município de passo fundo, RS**. Ambiente Construído. v. 8. n. 3. P. 65-76, jul./out. Porto Alegre, 2008

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica**: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRÁS: ABEDA, 2008.

CASAGRANDE, F. **Estudo da Influência do teor de finos na condutividade hidráulica e deformabilidade elástica de britas**. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre, 2003

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama n. 307**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama n. 448** Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Brasília, DF, 2012. DISPONIVEL EM: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>. Acesso em: 30 jun. 2015.

CORONADO, M.; DOSAL, E.; COZ, A.; VIGURI, J. R.; ANDRÉS, A. **Estimation of construction and demolition waste (C&DW) generation and multicriteria analysis of C&DW management alternatives**: a case study in spain. Waste Biomass Valor. Springer Netherlands. v. 2. p. 209-225. 2011.

CRUZ, L. O. M. **Pavimento Intertravado de Concreto**: Estudo dos Elementos e Métodos de Dimensionamento. 2003. 281 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Agregados** – Análise Granulométrica: DNER-ME 083/98. Rio de Janeiro, 5 p. 1998. DISPONIVEL EM: < <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/dner-me083-98.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentação**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 278. ed. Rio de Janeiro, 5 p. 2006.

DISPONÍVEL EM: <https://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf>. Acesso em 17 fev. 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 134/2010 – ME**: pavimentação – solos – determinação do módulo de resiliência – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT134_2010_ME_ERRATA.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, **DNIT 141/2010 – ES**: Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço. Rio de Janeiro. 2010b. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit141_2010_es.pdf>. Acesso em 30 jun. 2016

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, **DNIT 164/2013 – ME**: solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT164_2013-ME.pdf>. Acesso em 30 jun. 2016.

DELONGUI, L. **Caracterização e adequação dos resíduos da construção civil produzidos no município de Santa Maria-RS para aplicação em pavimentação**. 2012. 220 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

DELONGUI, L. **Determinação de parâmetros mecânicos para dimensionamento de pavimentos com resíduos de construção e demolição**. 2016. 245 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2016.

FERNANDES, C.G. **Caracterização mecânica de resíduos de construção e demolição dos municípios do Rio de Janeiro e Belo Horizonte para uso em pavimentação**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ) Rio de Janeiro, 2004.

GÓMEZ, A.M. J. **Comportamento Mecânico de um Agregado Reciclado a Partir de Resíduos de Construção e Demolição Submetido a Carregamentos Cíclicos**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 185 p.

HVEEM, F. N. **Pavement deflection and fatigue failures**, *Bulletin n. 114*, HRB (TRB) Washington, D.C. 1955

KERN, C. **Análise de desempenho de pavimentos da Rede Temática do Asfalto no Rio Grande do Sul** – A avaliação de um pavimento submetido à oscilação do lençol freático. 2017. 185 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do

Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2016.

Kolisoja, P. **Resilient deformation characteristics of granular materials**. PhD thesis, Tampere University of Technology, Publ. No. 223, Tampere, Finland. 2007

LAMBE, T. W.; WHITMAN, R. V. **Soil Mechanics**. New York: John Wiley, 1969.

LEE, P. Y.; SUEDEKAMP, R. J. **Characteristics of irregularly shaped compaction curves of soils**. Highway Research Board, n. 381. Washington DC. 1972

LEKARP, F.; ISACSSON, U.; DAWSON, A. **State of the art I – Resilient Response of Unbound Aggregates**. Journal of Transportation Engineering. January/February 2000. 2000.126:66-75. American Society of Civil Engineers.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 290 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEITE, F. da C. **Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em camadas de base e sub-base de pavimentos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. 2007.

LOVATO, P. S. **Verificação dos parâmetros de controle de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto**. 2007. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MATTOS, J. R. G. **Monitoramento e análise do desempenho de pavimentos flexíveis da ampliação da Rodovia BR-290/RS – A implantação do Projeto Rede Temática do Asfalto no Rio Grande do Sul**. 2014. 253 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MATUELLA, M. F. **Resíduos de construção e demolição melhorados com cimento Portland: contribuições para a aplicação em camadas inferiores de pavimentos**. 2014. 203 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

MATUELLA, M. F.; DELONGUI, L.; NÚÑEZ, W. P.; SILVA FILHO L. C. P. da. **Potencialidades de resíduos de construção e demolição como material alternativo sustentável para construção de pavimentos**. XIII Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção. Lisboa 2015.

MALYSZ, R. **Desenvolvimento de um equipamento triaxial de grande porte para avaliação de agregados utilizados como camada de pavimentos**. 2009. 301 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MEDINA, J. de; MOTTA, L. M. G. da. **Mecânica dos Pavimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.

MOREIRA, J. F.; DIAS, J. F.; REZENDE, M. E. B. **Utilização de resíduos de construção e demolição em base de pavimentos na cidade de Uberlândia-MG**. In: Reunião de Pavimentação Urbana, 13. Maceió, 2006. Anais. Rio de Janeiro: 2006. 1 CD-ROM.

MOTTA, R. dos S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentos de baixo volume de tráfego**. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2005.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. **Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis**. 2. ed. Rio de Janeiro: Copiarte, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. IP-06/2004: **Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto**. São paulo, 2004.

RODRIGUES, M. R. de. **Influência da sucção no módulo de resiliência de solos típicos de subleitos de pavimentos do Rio Grande do Sul**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

SANTOS, E. C. G. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. 2007. 168 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2007.

SENÇO, W. de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2001. v. 2.

SENÇO, W. de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. ampl. São Paulo: Pini, 2007. v. 1.

SHACKEL, B. **Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavements**. 1 ed. Reprinted 1991, Elsevier, New York and London. 1990.

SOUTH AFRICAN NATIONAL ROADS AGENCY LTD. **South african pavement engineering manual**: Chapter 10 – Pavement Design. Pretória, 2013.

THEYSE, H. L.; MAINA, J. W.; KANEMMEYER, L. **Revision of the South African Flexible Pavement Design Method: Mechanistic-Empirical Component**. 9th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, CAPSA'07, p. 256-292. Gaborone, 2007

WEBER, R. C. **Avaliação das trajetórias de umedecimento e secagem na deformabilidade elástica de solos compactados**. 2013. Dissertação de Mestrado em Geotecnia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ZORDAN, S. E. **Metodologia de avaliação do potencial de reciclagem de resíduos**. 2003. 481 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

**ANEXO A – Arquivos referentes às estruturas de pavimentos analisadas
com o software *Everstress 5.0***

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito A - 2k - 15cm BGS

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	148.00	147.71	68.00	.680
3	.35	15.000	181.00	180.69	62.70	.890
4	.45		155.00	154.76	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-71.39	-61.90	-191.82	.00	13.31	.00
26.001	4	-59.94	-45.48	-144.35	.00	15.98	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	96.39	167.26	-803.43	-6.231	.000	432.477
26.001	4	164.67	300.17	-626.23	-22.424	.000	374.201

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-193.27	-69.93	-61.90	-814.29	107.25	167.26
26.001	4	-147.27	-57.01	-45.48	-653.64	192.08	300.17

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-86.77	-62.54	-178.97	.00	.00	.00
26.001	4	-70.76	-49.57	-151.81	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-12.41	168.62	-701.26	.000	.000	457.090
26.001	4	128.33	326.89	-631.07	.000	.000	401.180

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-178.97	-86.77	-62.54	-701.26	-12.41	168.62
26.001	4	-151.81	-70.76	-49.57	-631.07	128.33	326.89

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 15cm 100/0
 No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	148.00	148.27	68.00	.680
3	.35	15.000	185.00	185.12	71.40	.800
4	.45		154.00	154.58	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-71.52	-62.00	-192.46	.00	13.47	.00
26.001	4	-59.78	-45.28	-144.36	.00	16.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	94.75	164.21	-787.23	-6.056	.000	431.736
26.001	4	165.35	301.36	-628.07	-22.494	.000	374.516

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-193.94	-70.04	-62.00	-798.03	105.55	164.21
26.001	4	-147.29	-56.85	-45.28	-655.51	192.80	301.36

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-87.01	-62.54	-179.15	.00	.00	.00
26.001	4	-70.62	-49.34	-151.76	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	-13.06	165.37	-685.00	.000	.000	456.299
26.001	4	128.59	328.16	-632.53	.000	.000	401.480

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-179.15	-87.01	-62.54	-685.00	-13.06	165.37
26.001	4	-151.76	-70.62	-49.34	-632.53	128.59	328.16

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 15cm 90/10

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	146.00	145.69	68.00	.680
3	.35	15.000	165.00	165.46	70.00	.730
4	.45		156.00	155.76	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-70.89	-61.54	-189.50	.00	12.77	.00
26.001	4	-60.53	-46.22	-144.26	.00	15.92	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	102.61	178.89	-865.21	-6.911	.000	434.438
26.001	4	161.70	294.94	-617.79	-22.109	.000	372.137

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-190.86	-69.53	-61.54	-876.30	113.71	178.89
26.001	4	-147.19	-57.61	-46.22	-645.02	188.93	294.94

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-85.89	-62.51	-178.30	.00	.00	.00
26.001	4	-71.28	-50.42	-151.97	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	-9.72	181.02	-763.67	.000	.000	459.189
26.001	4	127.06	321.32	-624.08	.000	.000	399.110

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-178.30	-85.89	-62.51	-763.67	-9.72	181.02
26.001	4	-151.97	-71.28	-50.42	-624.08	127.06	321.32

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 15cm 80/20

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	144.00	144.08	68.00	.680
3	.35	15.000	154.00	154.18	61.90	.780
4	.45		157.00	156.63	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-70.45	-61.22	-187.60	.00	12.36	.00
26.001	4	-60.98	-46.81	-144.09	.00	15.86	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	107.88	188.73	-917.84	-7.507	.000	435.932
26.001	4	159.11	290.32	-610.23	-21.834	.000	370.199

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-188.89	-69.16	-61.22	-929.13	119.17	188.73
26.001	4	-147.01	-58.06	-46.81	-637.29	186.16	290.32

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-85.16	-62.46	-177.68	.00	.00	.00
26.001	4	-71.66	-51.09	-152.00	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-7.21	191.57	-817.30	.000	.000	460.803
26.001	4	125.94	316.38	-617.73	.000	.000	397.143

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-177.68	-85.16	-62.46	-817.30	-7.21	191.56
26.001	4	-152.00	-71.66	-51.09	-617.73	125.94	316.38

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 15cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	143.00	143.21	68.00	.680
3	.35	15.000	149.00	148.41	59.80	.780
4	.45		157.00	157.16	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-70.21	-61.04	-186.56	.00	12.15	.00
26.001	4	-61.21	-47.12	-143.96	.00	15.82	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	110.83	194.27	-947.54	-7.849	.000	436.681
26.001	4	157.62	287.65	-605.80	-21.675	.000	369.009

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-187.81	-68.96	-61.04	-958.95	122.25	194.27
26.001	4	-146.88	-58.29	-47.12	-632.75	184.57	287.65

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-84.75	-62.41	-177.32	.00	.00	.00
26.001	4	-71.85	-51.45	-151.98	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-5.70	197.50	-847.73	.000	.000	461.617
26.001	4	125.29	313.52	-613.98	.000	.000	395.927

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-177.32	-84.75	-62.41	-847.73	-5.70	197.50
26.001	4	-151.98	-71.85	-51.45	-613.98	125.29	313.52

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 15cm 60/40

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	137.00	136.59	68.00	.680
3	.35	15.000	111.00	110.43	46.90	.760
4	.45		162.00	162.17	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-68.08	-59.42	-178.14	.00	10.64	.00
26.001	4	-62.74	-49.42	-142.06	.00	15.42	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	136.47	242.33	-1209.11	-11.019	.000	441.712
26.001	4	144.46	263.55	-564.77	-20.243	.000	356.897

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-179.16	-67.06	-59.42	-1221.58	148.94	242.33
26.001	4	-144.95	-59.85	-49.42	-590.63	170.32	263.55

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-81.36	-61.77	-173.81	.00	.00	.00
26.001	4	-72.97	-54.13	-150.99	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	9.87	249.36	-1120.29	.000	.000	467.223
26.001	4	119.26	287.65	-578.39	.000	.000	383.350

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-173.81	-81.36	-61.77	-1120.29	9.87	249.36
26.001	4	-150.99	-72.97	-54.13	-578.39	119.26	287.65

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 15cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	130.00	129.67	68.00	.680
3	.35	15.000	81.00	80.53	39.50	.660
4	.45		170.00	169.58	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-65.37	-57.33	-168.53	.00	9.31	.00
26.001	4	-63.69	-51.43	-138.41	.00	14.81	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	169.87	304.64	-1559.51	-15.588	.000	446.718
26.001	4	128.19	233.03	-510.73	-18.402	.000	338.733

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-169.36	-64.54	-57.33	-1573.49	183.85	304.64
26.001	4	-141.24	-60.86	-51.43	-534.92	152.38	233.03

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-77.35	-60.55	-168.63	.00	.00	.00
26.001	4	-73.34	-56.54	-148.28	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	35.55	317.18	-1494.75	.000	.000	473.087
26.001	4	111.02	254.69	-529.74	.000	.000	364.158

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-168.63	-77.35	-60.55	-1494.75	35.56	317.17
26.001	4	-148.28	-73.34	-56.54	-529.74	111.02	254.69

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 25cm 100/0

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	143.00	142.77	68.00	.680
3	.35	25.000	145.00	144.90	71.40	.800
4	.45		177.00	177.20	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-46.36	-33.64	-156.13	.00	15.80	.00
36.001	4	-34.06	-22.78	-104.08	.00	15.75	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	138.41	256.95	-884.22	-16.493	.000	372.658
36.001	4	129.96	222.26	-443.03	-21.615	.000	277.736

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-158.36	-44.13	-33.64	-904.98	159.17	256.95
36.001	4	-107.46	-30.68	-22.78	-470.69	157.62	222.26

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-57.60	-36.33	-160.78	.00	.00	.00
36.001	4	-37.10	-25.36	-115.67	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	78.57	276.76	-882.67	.000	.000	399.250
36.001	4	148.75	244.89	-494.18	.000	.000	297.985

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-160.78	-57.60	-36.33	-882.67	78.58	276.76
36.001	4	-115.67	-37.10	-25.36	-494.18	148.75	244.89

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 25cm 90/10
 No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	140.00	140.26	68.00	.680
3	.35	25.000	133.00	132.52	70.00	.730
4	.45		178.00	178.10	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-46.10	-33.70	-153.94	.00	15.14	.00
36.001	4	-34.57	-23.42	-104.16	.00	15.68	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	147.70	274.00	-950.82	-17.941	.000	378.777
36.001	4	128.26	219.02	-438.32	-21.377	.000	276.892

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-156.02	-44.01	-33.70	-972.06	168.94	274.00
36.001	4	-107.53	-31.20	-23.42	-465.76	155.70	219.02

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-56.91	-36.53	-159.36	.00	.00	.00
36.001	4	-37.64	-26.09	-115.85	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	87.95	295.53	-955.73	.000	.000	406.150
36.001	4	147.33	241.31	-489.47	.000	.000	297.127

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-159.36	-56.91	-36.53	-955.73	87.95	295.53
36.001	4	-115.85	-37.64	-26.09	-489.47	147.33	241.31

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito A - 2k - 25cm 80/20
No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	138.00	137.81	68.00	.680
3	.35	25.000	122.00	121.40	61.90	.780
4	.45		179.00	179.19	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-45.81	-33.73	-151.73	.00	14.51	.00
36.001	4	-35.05	-24.05	-104.12	.00	15.59	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	157.39	291.62	-1020.53	-19.471	.000	384.797
36.001	4	126.30	215.27	-432.65	-21.093	.000	275.604

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-153.68	-43.85	-33.73	-1042.24	179.11	291.62
36.001	4	-107.47	-31.69	-24.05	-459.80	153.44	215.27

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-56.19	-36.68	-157.85	.00	.00	.00
36.001	4	-38.13	-26.81	-115.89	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	97.96	314.94	-1032.49	.000	.000	412.952
36.001	4	145.57	237.15	-483.64	.000	.000	295.776

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-157.85	-56.19	-36.68	-1032.49	97.96	314.94
36.001	4	-115.89	-38.13	-26.81	-483.64	145.57	237.15

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 25cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	137.00	136.74	68.00	.680
3	.35	25.000	117.00	116.81	59.80	.780
4	.45		180.00	179.74	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-45.67	-33.74	-150.74	.00	14.25	.00
36.001	4	-35.25	-24.33	-104.06	.00	15.54	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	161.84	299.66	-1052.60	-20.179	.000	387.437
36.001	4	125.34	213.43	-429.81	-20.951	.000	274.875

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-152.64	-43.77	-33.74	-1074.54	183.77	299.66
36.001	4	-107.41	-31.90	-24.33	-456.80	152.33	213.43

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-55.87	-36.74	-157.15	.00	.00	.00
36.001	4	-38.34	-27.13	-115.86	.00	.00	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	102.63	323.80	-1067.90	.000	.000	415.941
36.001	4	144.69	235.11	-480.68	.000	.000	295.002

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-157.15	-55.87	-36.74	-1067.90	102.63	323.80
36.001	4	-115.86	-38.34	-27.13	-480.68	144.69	235.11

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 25cm 60/40

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	129.00	128.79	68.00	.680
3	.35	25.000	87.00	87.36	46.90	.760
4	.45		185.00	184.96	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-44.41	-33.61	-143.00	.00	12.38	.00
36.001	4	-36.53	-26.30	-102.89	.00	15.02	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	199.24	366.06	-1324.24	-26.258	.000	408.277
36.001	4	116.78	196.99	-403.37	-19.644	.000	267.019

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-144.53	-42.88	-33.61	-1347.89	222.89	366.06
36.001	4	-106.13	-33.29	-26.30	-428.77	142.18	196.99

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-53.31	-36.90	-151.20	.00	.00	.00
36.001	4	-39.65	-29.37	-114.74	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	143.39	396.90	-1369.26	.000	.000	439.575
36.001	4	136.27	216.82	-452.44	.000	.000	286.519

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-151.20	-53.31	-36.90	-1369.26	143.39	396.90
36.001	4	-114.74	-39.65	-29.37	-452.44	136.27	216.82

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 25cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	121.00	121.28	68.00	.680
3	.35	25.000	66.00	65.81	39.50	.660
4	.45		192.00	192.12	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-42.87	-33.21	-134.99	.00	10.78	.00
36.001	4	-37.34	-27.95	-100.54	.00	14.29	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	243.12	441.33	-1646.72	-33.579	.000	431.095
36.001	4	106.59	177.47	-370.39	-18.025	.000	255.419

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-136.24	-41.63	-33.21	-1672.27	268.67	441.33
36.001	4	-103.62	-34.26	-27.95	-393.62	129.83	177.47

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-50.61	-36.66	-144.32	.00	.00	.00
36.001	4	-40.42	-31.21	-112.21	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	193.53	479.60	-1728.91	.000	.000	465.466
36.001	4	125.53	195.06	-416.29	.000	.000	273.842

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-144.32	-50.61	-36.66	-1728.91	193.53	479.60
36.001	4	-112.21	-40.42	-31.21	-416.29	125.53	195.06

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito A - 2k - 35cm BGS

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	134.00	134.19	68.00	.680
3	.35	35.000	109.00	109.21	62.65	.890
4	.45		207.00	206.83	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-31.59	-19.90	-125.70	.00	14.78	.00
46.001	4	-21.92	-14.40	-79.12	.00	12.91	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	177.41	321.87	-986.03	-26.912	.000	344.686
46.001	4	97.45	150.23	-303.49	-16.828	.000	206.985

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-127.97	-29.32	-19.90	-1014.05	205.43	321.87
46.001	4	-81.90	-19.14	-14.40	-322.98	116.94	150.23

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-36.88	-22.11	-136.69	.00	.00	.00
46.001	4	-22.30	-15.96	-88.44	.00	.00	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	171.25	353.84	-1062.61	.000	.000	373.454
46.001	4	119.34	163.78	-344.38	.000	.000	220.249

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-136.69	-36.88	-22.11	-1062.61	171.25	353.84
46.001	4	-88.44	-22.30	-15.96	-344.38	119.34	163.77

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito A - 2k - 35cm 100/0
 No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	137.00	136.52	68.00	.680
3	.35	35.000	118.00	118.06	71.40	.800
4	.45		206.00	206.29	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-31.74	-19.72	-127.29	.00	15.28	.00
46.001	4	-21.60	-13.98	-79.07	.00	12.98	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
28.500	3	167.01	304.37	-925.59	-25.142	.000	336.272
46.001	4	98.28	151.85	-305.70	-16.964	.000	207.141

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-129.67	-29.35	-19.72	-952.86	194.28	304.37
46.001	4	-81.87	-18.80	-13.98	-325.36	117.94	151.85

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-37.25	-21.89	-138.15	.00	.00	.00
46.001	4	-21.94	-15.49	-88.40	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
28.500	3	158.91	334.60	-994.81	.000	.000	363.968
46.001	4	120.28	165.59	-346.86	.000	.000	220.426

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-138.15	-37.25	-21.89	-994.81	158.91	334.60
46.001	4	-88.40	-21.94	-15.49	-346.86	120.28	165.59

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 35cm 90/10

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	134.00	134.43	68.00	.680
3	.35	35.000	110.00	110.09	70.00	.730
4	.45		207.00	207.09	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-31.61	-19.88	-125.88	.00	14.83	.00
46.001	4	-21.90	-14.36	-79.13	.00	12.92	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	176.33	320.07	-979.75	-26.729	.000	343.524
46.001	4	97.41	150.20	-303.33	-16.819	.000	206.721

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-128.16	-29.33	-19.88	-1007.68	204.26	320.07
46.001	4	-81.92	-19.12	-14.36	-322.82	116.89	150.20

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-36.92	-22.09	-136.86	.00	.00	.00
46.001	4	-22.27	-15.92	-88.46	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	169.97	351.86	-1055.58	.000	.000	372.165
46.001	4	119.28	163.75	-344.19	.000	.000	219.972

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-136.86	-36.92	-22.09	-1055.58	169.97	351.86
46.001	4	-88.46	-22.27	-15.92	-344.19	119.28	163.75

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 35cm 80/20

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	131.00	131.42	68.00	.680
3	.35	35.000	99.00	99.44	61.90	.780
4	.45		208.00	208.45	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-31.39	-20.09	-123.76	.00	14.18	.00
46.001	4	-22.32	-14.91	-79.11	.00	12.81	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	190.70	344.00	-1063.35	-29.182	.000	354.446
46.001	4	95.92	147.42	-299.15	-16.567	.000	205.756

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-125.89	-29.26	-20.09	-1092.24	219.59	344.00
46.001	4	-81.87	-19.56	-14.91	-318.31	115.08	147.42

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-36.41	-22.34	-134.87	.00	.00	.00
46.001	4	-22.74	-16.54	-88.43	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	187.13	378.15	-1149.40	.000	.000	384.506
46.001	4	117.52	160.64	-339.43	.000	.000	218.920

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-134.87	-36.41	-22.34	-1149.40	187.13	378.14
46.001	4	-88.43	-22.74	-16.54	-339.43	117.53	160.64

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito A - 2k - 35cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	130.00	130.28	68.00	.680
3	.35	35.000	95.00	95.67	59.80	.780
4	.45		209.00	209.08	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-31.29	-20.17	-122.94	.00	13.94	.00
46.001	4	-22.47	-15.12	-79.07	.00	12.76	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	196.44	353.47	-1096.80	-30.165	.000	358.700
46.001	4	95.26	146.22	-297.28	-16.455	.000	205.240

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-125.01	-29.22	-20.17	-1126.07	225.70	353.47
46.001	4	-81.81	-19.73	-15.12	-316.29	114.28	146.22

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-36.22	-22.43	-134.08	.00	.00	.00
46.001	4	-22.91	-16.77	-88.38	.00	.00	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	194.02	388.55	-1186.95	.000	.000	389.313
46.001	4	116.74	159.30	-337.29	.000	.000	218.358

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-134.08	-36.22	-22.43	-1186.95	194.02	388.54
46.001	4	-88.38	-22.91	-16.77	-337.29	116.74	159.30

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito A - 2k - 35cm 60/40

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	122.00	122.03	68.00	.680
3	.35	35.000	72.00	71.98	46.90	.760
4	.45		215.00	214.66	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-30.49	-20.58	-116.59	.00	12.25	.00
46.001	4	-23.42	-16.56	-78.19	.00	12.26	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	243.39	429.30	-1371.43	-38.232	.000	392.777
46.001	4	89.55	135.83	-280.43	-15.466	.000	199.870

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-118.30	-28.78	-20.58	-1403.49	275.45	429.30
46.001	4	-80.81	-20.80	-16.56	-298.11	107.23	135.83

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-34.69	-22.92	-127.77	.00	.00	.00
46.001	4	-23.98	-18.36	-87.29	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	250.75	471.55	-1494.98	.000	.000	427.730
46.001	4	109.77	147.73	-317.89	.000	.000	212.467

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-127.77	-34.69	-22.92	-1494.98	250.75	471.55
46.001	4	-87.29	-23.98	-18.36	-317.89	109.77	147.73

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito A - 2k - 35cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	115.00	114.88	68.00	.680
3	.35	35.000	56.00	55.79	39.50	.660
4	.45		221.00	221.57	153.10	-.712

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-29.59	-20.76	-110.53	.00	10.87	.00
46.001	4	-24.00	-17.67	-76.61	.00	11.66	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	293.26	506.94	-1665.34	-46.821	.000	428.140
46.001	4	83.18	124.55	-261.11	-14.350	.000	192.535

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-111.97	-28.16	-20.76	-1700.02	327.94	506.94
46.001	4	-79.07	-21.53	-17.67	-277.26	99.33	124.55

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-33.24	-23.12	-121.47	.00	.00	.00
46.001	4	-24.65	-19.55	-85.37	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	311.36	556.15	-1823.74	.000	.000	467.409
46.001	4	101.83	135.20	-295.50	.000	.000	204.411

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-121.47	-33.24	-23.12	-1823.74	311.36	556.15
46.001	4	-85.37	-24.65	-19.55	-295.50	101.83	135.19

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 15cm BGS

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	140.00	139.52	68.00	.680
3	.35	15.000	166.00	165.63	62.70	.890
4	.45		81.00	81.35	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-65.43	-57.39	-171.26	.00	15.62	.00
26.001	4	-51.59	-39.77	-124.07	.00	14.15	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	88.13	153.65	-774.47	-5.305	.000	721.379
26.001	4	272.20	482.82	-1019.84	-38.916	.000	660.384

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-173.52	-63.18	-57.39	-792.86	106.52	153.65
26.001	4	-126.74	-48.92	-39.77	-1067.32	319.67	482.82

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-79.09	-58.13	-159.91	.00	.00	.00
26.001	4	-59.90	-43.55	-131.96	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	-16.78	154.08	-675.50	.000	.000	765.694
26.001	4	234.58	525.97	-1049.94	.000	.000	706.172

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-159.91	-79.09	-58.13	-675.50	-16.78	154.08
26.001	4	-131.96	-59.90	-43.55	-1049.94	234.59	525.97

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 15cm 100/0

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	140.00	140.30	68.00	.680
3	.35	15.000	171.00	171.27	71.40	.800
4	.45		81.00	81.35	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-65.57	-57.47	-172.05	.00	15.91	.00
26.001	4	-51.39	-39.55	-123.95	.00	14.15	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	86.21	150.04	-753.14	-5.109	.000	719.427
26.001	4	272.81	483.74	-1020.72	-38.973	.000	659.844

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-174.38	-63.24	-57.47	-771.47	104.54	150.04
26.001	4	-126.62	-48.72	-39.55	-1068.16	320.25	483.74

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-79.36	-58.08	-160.12	.00	.00	.00
26.001	4	-59.70	-43.31	-131.79	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	-17.43	150.25	-654.05	.000	.000	763.579
26.001	4	234.76	526.92	-1050.32	.000	.000	705.520

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-160.12	-79.36	-58.08	-654.05	-17.43	150.25
26.001	4	-131.79	-59.70	-43.31	-1050.32	234.76	526.92

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 15cm 80/20

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	136.00	136.14	68.00	.680
3	.35	15.000	143.00	143.12	61.90	.780
4	.45		81.00	81.40	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-64.78	-57.00	-167.77	.00	14.43	.00
26.001	4	-52.42	-40.72	-124.38	.00	14.11	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	97.06	170.46	-874.44	-6.258	.000	729.545
26.001	4	268.72	477.19	-1013.15	-38.575	.000	661.940

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-169.75	-62.79	-57.00	-893.15	115.76	170.46
26.001	4	-127.05	-49.76	-40.72	-1060.65	316.23	477.19

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-77.88	-58.24	-158.84	.00	.00	.00
26.001	4	-60.72	-44.62	-132.52	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-13.26	171.97	-776.98	.000	.000	774.559
26.001	4	233.37	520.06	-1045.65	.000	.000	708.148

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-158.84	-77.88	-58.24	-776.98	-13.26	171.97
26.001	4	-132.52	-60.72	-44.62	-1045.65	233.37	520.06

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 15cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	135.00	135.27	68.00	.680
3	.35	15.000	138.00	137.79	59.80	.780
4	.45		81.00	81.41	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-64.59	-56.87	-166.85	.00	14.14	.00
26.001	4	-52.63	-40.97	-124.41	.00	14.09	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	99.53	175.12	-902.36	-6.533	.000	731.629
26.001	4	267.62	475.33	-1010.72	-38.464	.000	662.179

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-168.77	-62.67	-56.87	-921.15	118.33	175.12
26.001	4	-127.07	-49.96	-40.97	-1058.22	315.11	475.33

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-77.54	-58.24	-158.52	.00	.00	.00
26.001	4	-60.91	-44.90	-132.60	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-12.15	176.95	-805.57	.000	.000	776.825
26.001	4	232.96	518.10	-1043.91	.000	.000	708.478

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-158.52	-77.54	-58.24	-805.57	-12.15	176.95
26.001	4	-132.60	-60.91	-44.90	-1043.91	232.96	518.10

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 15cm 60/40

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	129.00	128.80	68.00	.680
3	.35	15.000	103.00	102.97	46.90	.760
4	.45		82.00	81.58	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-62.90	-55.69	-159.58	.00	12.13	.00
26.001	4	-54.03	-42.82	-123.81	.00	13.84	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	120.89	215.34	-1146.63	-9.083	.000	747.350
26.001	4	256.77	456.11	-983.35	-37.330	.000	661.738

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-161.08	-61.40	-55.69	-1166.29	140.54	215.34
26.001	4	-126.45	-51.39	-42.82	-1030.36	303.79	456.11

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-74.75	-57.93	-155.54	.00	.00	.00
26.001	4	-62.14	-47.00	-132.52	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	-.38	220.21	-1059.50	.000	.000	793.981
26.001	4	228.48	497.59	-1022.28	.000	.000	708.509

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-155.54	-74.75	-57.93	-1059.50	-.38	220.21
26.001	4	-132.52	-62.14	-47.00	-1022.28	228.48	497.59

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 15cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	122.00	122.35	68.00	.680
3	.35	15.000	76.00	76.04	39.50	.660
4	.45		82.00	81.85	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-60.72	-54.06	-151.65	.00	10.41	.00
26.001	4	-55.08	-44.55	-121.81	.00	13.40	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	148.30	266.58	-1466.06	-12.716	.000	763.972
26.001	4	241.70	428.16	-940.39	-35.680	.000	657.128

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-152.83	-59.55	-54.06	-1486.94	169.18	266.58
26.001	4	-124.39	-52.49	-44.55	-986.25	287.56	428.16

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-71.47	-57.02	-151.36	.00	.00	.00
26.001	4	-62.88	-48.99	-131.02	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	19.21	275.78	-1399.07	.000	.000	812.230
26.001	4	221.44	467.49	-985.69	.000	.000	703.898

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-151.36	-71.47	-57.02	-1399.07	19.21	275.78
26.001	4	-131.02	-62.88	-48.99	-985.69	221.44	467.49

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito B - 2k - 25cm BGS
 No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	136.00	136.35	68.00	.680
3	.35	25.000	128.00	127.88	62.70	.890
4	.45		82.00	82.41	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-42.84	-31.68	-141.31	.00	18.42	.00
36.001	4	-28.28	-19.28	-88.82	.00	13.41	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	138.46	256.29	-901.09	-16.426	.000	652.757
36.001	4	247.09	405.50	-818.08	-41.338	.000	549.707

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-144.65	-39.51	-31.68	-936.28	173.65	256.29
36.001	4	-91.66	-25.44	-19.28	-868.03	297.05	405.50

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-52.76	-34.00	-145.11	.00	.00	.00
36.001	4	-30.23	-21.23	-98.38	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	77.60	275.70	-897.26	.000	.000	696.292
36.001	4	286.30	444.62	-912.75	.000	.000	586.043

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-145.11	-52.76	-34.00	-897.26	77.60	275.70
36.001	4	-98.38	-30.23	-21.23	-912.76	286.30	444.62

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito B - 2k - 25cm 100/0
 No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	138.00	138.07	68.00	.680
3	.35	25.000	136.00	135.84	71.40	.800
4	.45		82.00	82.42	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-42.92	-31.55	-142.60	.00	19.02	.00
36.001	4	-27.95	-18.94	-88.43	.00	13.38	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	132.74	245.76	-857.91	-15.542	.000	646.305
36.001	4	247.13	405.63	-816.94	-41.298	.000	547.827

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-146.11	-39.42	-31.55	-892.76	167.58	245.76
36.001	4	-91.26	-25.12	-18.94	-866.69	296.89	405.63

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-53.11	-33.77	-145.88	.00	.00	.00
36.001	4	-29.88	-20.85	-97.90	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	71.93	264.10	-850.09	.000	.000	689.078
36.001	4	285.82	444.75	-910.90	.000	.000	583.907

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-145.88	-53.11	-33.77	-850.09	71.93	264.10
36.001	4	-97.90	-29.88	-20.85	-910.90	285.82	444.75

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 25cm 90/10

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	136.00	135.74	68.00	.680
3	.35	25.000	125.00	125.14	70.00	.730
4	.45		81.00	82.43	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-42.81	-31.72	-140.85	.00	18.21	.00
36.001	4	-28.40	-19.40	-88.95	.00	13.42	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	140.58	260.18	-917.11	-16.755	.000	654.951
36.001	4	246.98	405.27	-818.15	-41.334	.000	550.206

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-144.12	-39.54	-31.72	-952.42	175.89	260.18
36.001	4	-91.79	-25.56	-19.40	-868.15	296.97	405.27

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-52.64	-34.08	-144.83	.00	.00	.00
36.001	4	-30.36	-21.38	-98.54	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	79.73	279.98	-914.80	.000	.000	698.752
36.001	4	286.34	444.37	-913.04	.000	.000	586.620

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-144.83	-52.64	-34.08	-914.80	79.73	279.98
36.001	4	-98.54	-30.36	-21.38	-913.04	286.34	444.37

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 25cm 80/20

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	133.00	133.18	68.00	.680
3	.35	25.000	115.00	114.29	61.90	.780
4	.45		82.00	82.43	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-42.64	-31.87	-138.87	.00	17.35	.00
36.001	4	-28.88	-19.92	-89.39	.00	13.44	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	149.76	276.95	-986.81	-18.196	.000	664.642
36.001	4	246.39	404.02	-818.08	-41.303	.000	552.511

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-141.90	-39.61	-31.87	-1022.62	185.58	276.95
36.001	4	-92.25	-26.03	-19.92	-868.22	296.54	404.02

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-52.09	-34.36	-143.55	.00	.00	.00
36.001	4	-30.88	-21.97	-99.10	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	89.10	298.44	-991.26	.000	.000	709.584
36.001	4	286.42	443.00	-913.78	.000	.000	589.236

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-143.55	-52.09	-34.36	-991.26	89.10	298.44
36.001	4	-99.10	-30.88	-21.98	-913.78	286.42	443.00

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito B - 2k - 25cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	132.00	132.12	68.00	.680
3	.35	25.000	110.00	110.03	59.80	.780
4	.45		82.00	82.43	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-42.56	-31.93	-138.02	.00	17.00	.00
36.001	4	-29.08	-20.15	-89.55	.00	13.44	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	153.79	284.26	-1017.47	-18.834	.000	668.693
36.001	4	245.98	403.19	-817.53	-41.263	.000	553.310

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-140.96	-39.62	-31.93	-1053.49	189.81	284.26
36.001	4	-92.40	-26.23	-20.15	-867.70	296.15	403.19

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-51.85	-34.47	-142.99	.00	.00	.00
36.001	4	-31.09	-22.23	-99.29	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	93.28	306.49	-1024.99	.000	.000	714.113
36.001	4	286.27	442.09	-913.49	.000	.000	590.144

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-142.99	-51.85	-34.47	-1024.99	93.28	306.49
36.001	4	-99.29	-31.09	-22.23	-913.49	286.27	442.09

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito B - 2k - 25cm 60/40

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	124.00	124.35	68.00	.680
3	.35	25.000	83.00	82.78	46.90	.760
4	.45		83.00	82.54	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-41.73	-32.11	-131.46	.00	14.54	.00
36.001	4	-30.46	-21.83	-89.96	.00	13.27	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	187.51	344.35	-1275.83	-24.282	.000	699.622
36.001	4	240.46	392.06	-804.86	-40.524	.000	556.766

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-133.76	-39.43	-32.11	-1313.30	224.98	344.35
36.001	4	-92.79	-27.63	-21.83	-854.47	290.07	392.06

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-49.88	-34.98	-138.19	.00	.00	.00
36.001	4	-32.54	-24.13	-99.91	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	129.62	372.63	-1310.53	.000	.000	748.631
36.001	4	282.03	429.70	-901.44	.000	.000	594.027

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-138.19	-49.88	-34.98	-1310.53	129.62	372.63
36.001	4	-99.91	-32.54	-24.13	-901.44	282.03	429.70

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 25cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	117.00	117.23	68.00	.680
3	.35	25.000	63.00	63.07	39.50	.660
4	.45		83.00	82.74	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-40.60	-31.96	-124.84	.00	12.49	.00
36.001	4	-31.52	-23.38	-89.24	.00	12.86	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	226.42	411.41	-1576.76	-30.737	.000	730.988
36.001	4	231.51	374.21	-779.93	-39.160	.000	555.926

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-126.65	-38.79	-31.96	-1615.56	265.22	411.41
36.001	4	-91.97	-28.79	-23.38	-827.88	279.46	374.20

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-47.75	-35.01	-132.71	.00	.00	.00
36.001	4	-33.66	-25.87	-99.17	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	173.65	446.32	-1644.94	.000	.000	783.507
36.001	4	273.29	409.75	-874.85	.000	.000	592.956

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-132.71	-47.75	-35.01	-1644.94	173.65	446.32
36.001	4	-99.17	-33.66	-25.87	-874.85	273.29	409.75

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito B - 2k - 35cm BGS

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	131.00	130.81	68.00	.680
3	.35	35.000	103.00	102.62	62.70	.890
4	.45		84.00	83.64	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-29.49	-18.81	-115.94	.00	17.31	.00
46.001	4	-17.11	-11.10	-66.74	.00	10.82	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	172.17	312.72	-965.06	-25.921	.000	607.190
46.001	4	214.21	318.35	-646.08	-36.700	.000	465.911

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-119.28	-26.16	-18.81	-1008.98	216.10	312.72
46.001	4	-68.99	-14.86	-11.10	-685.17	253.30	318.35

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-34.36	-20.69	-125.51	.00	.00	.00
46.001	4	-17.05	-12.11	-74.01	.00	.00	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	163.86	343.60	-1035.32	.000	.000	648.859
46.001	4	259.58	345.09	-728.03	.000	.000	492.331

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-125.51	-34.36	-20.69	-1035.32	163.86	343.60
46.001	4	-74.01	-17.05	-12.11	-728.03	259.58	345.09

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito B - 2k - 35cm 100/0

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	133.00	133.27	68.00	.680
3	.35	35.000	112.00	111.39	71.40	.800
4	.45		84.00	83.67	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-29.54	-18.54	-117.34	.00	18.01	.00
46.001	4	-16.75	-10.74	-66.21	.00	10.77	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	161.71	295.06	-902.27	-24.140	.000	595.361
46.001	4	213.64	317.82	-643.45	-36.582	.000	463.048

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-120.89	-25.99	-18.54	-945.33	204.77	295.06
46.001	4	-68.46	-14.51	-10.74	-682.34	252.52	317.82

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-34.62	-20.36	-126.74	.00	.00	.00
46.001	4	-16.66	-11.70	-73.42	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	151.44	324.18	-965.03	.000	.000	635.645
46.001	4	258.67	344.57	-724.88	.000	.000	489.195

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-126.74	-34.62	-20.36	-965.03	151.44	324.18
46.001	4	-73.42	-16.66	-11.70	-724.88	258.67	344.57

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 35cm 90/10

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	131.00	131.37	68.00	.680
3	.35	35.000	105.00	104.56	70.00	.730
4	.45		84.00	83.66	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-29.51	-18.75	-116.26	.00	17.47	.00
46.001	4	-17.03	-11.02	-66.63	.00	10.81	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	169.73	308.61	-950.39	-25.505	.000	604.402
46.001	4	214.08	318.24	-645.50	-36.674	.000	465.221

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-119.65	-26.12	-18.75	-994.12	213.46	308.61
46.001	4	-68.88	-14.78	-11.02	-684.55	253.13	318.24

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-34.42	-20.62	-125.80	.00	.00	.00
46.001	4	-16.96	-12.02	-73.89	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	160.95	339.09	-1018.90	.000	.000	645.750
46.001	4	259.38	344.99	-727.33	.000	.000	491.579

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-125.80	-34.42	-20.62	-1018.90	160.95	339.09
46.001	4	-73.89	-16.96	-12.02	-727.33	259.38	344.99

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 35cm 80/20

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	128.00	128.29	68.00	.680
3	.35	35.000	95.00	94.28	61.90	.780
4	.45		84.00	83.65	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-29.42	-19.07	-114.45	.00	16.60	.00
46.001	4	-17.48	-11.49	-67.19	.00	10.84	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	183.63	331.85	-1033.94	-27.877	.000	619.463
46.001	4	214.35	318.12	-647.42	-36.740	.000	468.331

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-117.58	-26.29	-19.07	-1078.71	228.41	331.85
46.001	4	-69.46	-15.22	-11.49	-686.61	253.53	318.12

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-34.07	-21.00	-124.16	.00	.00	.00
46.001	4	-17.44	-12.55	-74.53	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	177.53	364.62	-1112.45	.000	.000	662.573
46.001	4	259.94	344.78	-729.66	.000	.000	494.975

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-124.16	-34.07	-21.00	-1112.45	177.53	364.62
46.001	4	-74.53	-17.44	-12.55	-729.66	259.94	344.78

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 35cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	127.00	127.17	68.00	.680
3	.35	35.000	91.00	90.76	59.80	.780
4	.45		84.00	83.66	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-29.38	-19.17	-113.77	.00	16.29	.00
46.001	4	-17.64	-11.67	-67.37	.00	10.84	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	189.00	340.75	-1066.29	-28.797	.000	625.094
46.001	4	214.29	317.82	-647.67	-36.737	.000	469.325

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-116.81	-26.34	-19.17	-1111.44	234.16	340.75
46.001	4	-69.63	-15.38	-11.67	-686.87	253.49	317.82

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-33.93	-21.13	-123.53	.00	.00	.00
46.001	4	-17.62	-12.75	-74.73	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	183.97	374.40	-1148.68	.000	.000	668.859
46.001	4	259.95	344.41	-729.99	.000	.000	496.054

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-123.53	-33.93	-21.13	-1148.68	183.97	374.40
46.001	4	-74.73	-17.62	-12.75	-729.99	259.95	344.41

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito B - 2k - 35cm 60/40
 No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	119.00	119.13	68.00	.680
3	.35	35.000	69.00	68.76	46.90	.760
4	.45		84.00	83.72	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-28.91	-19.80	-108.52	.00	14.12	.00
46.001	4	-18.76	-12.98	-68.09	.00	10.73	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10^-6)	Eyy (10^-6)	Ezz (10^-6)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	232.75	411.67	-1330.46	-36.311	.000	668.150
46.001	4	211.65	311.73	-642.63	-36.304	.000	474.315

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
28.500	3	-110.95	-26.48	-19.80	-1378.16	280.45	411.67
46.001	4	-70.32	-16.53	-12.98	-681.29	250.31	311.73

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-32.84	-21.87	-118.46	.00	.00	.00
46.001	4	-18.85	-14.21	-75.51	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10^-6)	Eyy (10^-6)	Ezz (10^-6)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	236.79	452.06	-1444.43	.000	.000	716.811
46.001	4	257.03	337.46	-724.17	.000	.000	501.355

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
28.500	3	-118.46	-32.84	-21.87	-1444.43	236.79	452.06
46.001	4	-75.51	-18.85	-14.21	-724.17	257.03	337.46

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito B - 2k - 35cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	112.00	112.33	68.00	.680
3	.35	35.000	54.00	53.86	39.50	.660
4	.45		84.00	83.87	80.37	-.070

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-28.29	-20.13	-103.57	.00	12.38	.00
46.001	4	-19.62	-14.13	-67.92	.00	10.44	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	278.52	483.25	-1608.40	-44.193	.000	709.577
46.001	4	206.29	301.26	-628.78	-35.369	.000	475.331

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-105.55	-26.31	-20.13	-1658.11	328.23	483.25
46.001	4	-70.08	-17.46	-14.13	-666.13	243.64	301.26

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-31.73	-22.25	-113.40	.00	.00	.00
46.001	4	-19.82	-15.47	-75.25	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	292.41	530.11	-1754.89	.000	.000	762.733
46.001	4	250.42	325.69	-707.91	.000	.000	502.188

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-113.40	-31.73	-22.25	-1754.89	292.41	530.11
46.001	4	-75.25	-19.82	-15.47	-707.91	250.42	325.69

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 15cm BGS

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	131.00	143.44	68.00	.680
3	.35	15.000	103.00	171.78	62.70	.890
4	.45		110.00	110.34	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 7

Maximum Error in Modulus: .7

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-68.43	-59.72	-181.20	.00	14.46	.00
26.001	4	-55.57	-42.45	-133.95	.00	15.11	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	92.51	160.96	-793.73	-5.798	.000	565.670
26.001	4	215.76	388.26	-814.26	-30.173	.000	505.832

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-183.02	-66.61	-59.72	-808.06	106.84	160.96
26.001	4	-136.77	-52.76	-42.45	-851.22	252.72	388.26

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-82.92	-60.48	-169.34	.00	.00	.00
26.001	4	-65.08	-46.41	-141.78	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-14.47	161.89	-693.61	.000	.000	599.674
26.001	4	177.72	422.99	-830.26	.000	.000	541.729

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-169.34	-82.92	-60.48	-693.61	-14.47	161.89
26.001	4	-141.78	-65.08	-46.41	-830.26	177.72	422.99

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito C - 2k - 15cm 100/0

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	144.00	144.32	68.00	.680
3	.35	15.000	178.00	178.25	71.40	.800
4	.45		110.00	110.34	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-68.61	-59.84	-182.14	.00	14.73	.00
26.001	4	-55.35	-42.18	-133.91	.00	15.13	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	90.21	156.65	-769.59	-5.557	.000	563.757
26.001	4	216.54	389.57	-815.86	-30.245	.000	505.510

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-184.02	-66.73	-59.84	-783.82	104.44	156.65
26.001	4	-136.72	-52.54	-42.18	-852.81	253.49	389.56

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-83.26	-60.46	-169.61	.00	.00	.00
26.001	4	-64.87	-46.11	-141.66	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-15.32	157.31	-669.33	.000	.000	597.615
26.001	4	177.93	424.36	-831.26	.000	.000	541.317

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-169.61	-83.26	-60.46	-669.33	-15.32	157.31
26.001	4	-141.66	-64.87	-46.11	-831.26	177.93	424.36

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 15cm 90/10

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	142.00	141.78	68.00	.680
3	.35	15.000	160.00	159.91	70.00	.730
4	.45		110.00	110.33	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-68.06	-59.47	-179.36	.00	13.95	.00
26.001	4	-56.00	-42.96	-133.96	.00	15.07	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10^-6)	Eyy (10^-6)	Ezz (10^-6)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	97.14	169.63	-842.52	-6.295	.000	569.383
26.001	4	214.07	385.41	-810.59	-30.016	.000	506.331

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
18.500	3	-181.08	-66.34	-59.47	-857.05	111.67	169.63
26.001	4	-136.78	-53.18	-42.96	-847.55	251.03	385.41

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-82.26	-60.49	-168.76	.00	.00	.00
26.001	4	-65.46	-46.99	-141.94	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10^-6)	Eyy (10^-6)	Ezz (10^-6)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-12.60	171.12	-742.95	.000	.000	603.675
26.001	4	177.25	419.99	-827.82	.000	.000	542.391

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
18.500	3	-168.76	-82.26	-60.49	-742.95	-12.60	171.12
26.001	4	-141.94	-65.46	-46.99	-827.82	177.25	419.99

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 15cm 80/20

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	140.00	140.09	68.00	.680
3	.35	15.000	149.00	148.63	61.90	.780
4	.45		110.00	110.32	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-67.65	-59.19	-177.44	.00	13.45	.00
26.001	4	-56.40	-43.48	-133.88	.00	15.02	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	102.09	178.92	-895.17	-6.844	.000	573.204
26.001	4	212.14	382.05	-806.07	-29.835	.000	506.680

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-179.07	-66.02	-59.19	-909.92	116.84	178.92
26.001	4	-136.69	-53.59	-43.48	-843.01	249.08	382.05

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses

Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-81.54	-60.47	-168.10	.00	.00	.00
26.001	4	-65.82	-47.58	-142.01	.00	.00	.00

Normal Strains and Deflections

Z-Position (cm)	Layer	E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	-10.38	181.05	-796.60	.000	.000	607.803
26.001	4	176.69	416.45	-824.65	.000	.000	542.892

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-168.10	-81.54	-60.47	-796.60	-10.38	181.05
26.001	4	-142.01	-65.82	-47.58	-824.65	176.69	416.45

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito C - 2k - 15cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	139.00	139.21	68.00	.680
3	.35	15.000	143.00	143.06	59.80	.780
4	.45		110.00	110.32	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-67.42	-59.03	-176.43	.00	13.20	.00
26.001	4	-56.61	-43.74	-133.79	.00	14.99	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	104.78	183.97	-923.89	-7.149	.000	575.218
26.001	4	211.05	380.13	-803.42	-29.731	.000	506.799

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-178.00	-65.84	-59.03	-938.76	119.65	183.97
26.001	4	-136.60	-53.80	-43.74	-840.33	247.97	380.13

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-81.16	-60.44	-167.73	.00	.00	.00
26.001	4	-66.00	-47.89	-142.01	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	-9.09	186.45	-826.03	.000	.000	609.982
26.001	4	176.36	414.41	-822.73	.000	.000	543.084

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-167.73	-81.16	-60.44	-826.03	-9.09	186.45
26.001	4	-142.01	-66.00	-47.89	-822.73	176.36	414.41

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 15cm 60/40
No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	133.00	132.53	68.00	.680
3	.35	15.000	107.00	106.55	46.90	.760
4	.45		110.00	110.28	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-65.42	-57.56	-168.30	.00	11.46	.00
26.001	4	-57.92	-45.70	-132.28	.00	14.64	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	127.94	227.47	-1175.50	-9.962	.000	591.325
26.001	4	201.00	361.78	-776.70	-28.753	.000	506.254

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-169.56	-64.16	-57.56	-1191.49	143.93	227.47
26.001	4	-135.06	-55.15	-45.70	-813.21	237.51	361.78

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-77.96	-59.89	-164.17	.00	.00	.00
26.001	4	-67.00	-50.14	-141.17	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
18.500	3	4.31	233.30	-1087.94	.000	.000	627.498
26.001	4	173.09	394.83	-802.16	.000	.000	542.934

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-164.17	-77.96	-59.89	-1087.94	4.32	233.30
26.001	4	-141.17	-67.00	-50.14	-802.16	173.09	394.83

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 15cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	126.00	125.68	68.00	.680
3	.35	15.000	78.00	78.10	39.50	.660
4	.45		110.00	110.21	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-62.89	-55.64	-159.22	.00	9.94	.00
26.001	4	-58.76	-47.43	-129.17	.00	14.08	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	157.66	282.97	-1507.50	-13.964	.000	610.189
26.001	4	187.95	336.99	-738.49	-27.421	.000	502.991

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-160.23	-61.87	-55.64	-1525.05	175.22	282.97
26.001	4	-131.88	-56.05	-47.43	-774.13	223.59	336.99

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
18.500	3	-74.20	-58.74	-159.13	.00	.00	.00
26.001	4	-67.37	-52.17	-138.73	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
18.500	3	26.33	293.59	-1441.79	.000	.000	648.172
26.001	4	168.17	368.16	-770.66	.000	.000	539.723

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
18.500	3	-159.13	-74.20	-58.74	-1441.79	26.33	293.59
26.001	4	-138.73	-67.37	-52.17	-770.66	168.18	368.16

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 25cm 100/0

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	140.00	140.05	68.00	.680
3	.35	25.000	140.00	139.65	71.40	.800
4	.45		110.00	110.12	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-44.41	-32.50	-148.14	.00	17.74	.00
36.001	4	-30.21	-20.27	-94.70	.00	14.39	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	134.76	249.80	-868.01	-15.884	.000	521.823
36.001	4	195.52	326.39	-653.75	-32.629	.000	425.114

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-151.09	-41.46	-32.50	-896.52	163.27	249.80
36.001	4	-97.77	-27.14	-20.27	-694.10	235.87	326.39

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-55.03	-34.93	-151.96	.00	.00	.00
36.001	4	-32.53	-22.41	-105.03	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	74.35	268.69	-862.73	.000	.000	557.600
36.001	4	225.38	358.62	-729.28	.000	.000	454.362

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-151.96	-55.03	-34.93	-862.73	74.35	268.69
36.001	4	-105.03	-32.53	-22.41	-729.28	225.38	358.62

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito C - 2k - 25cm 80/20
 No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	135.00	135.13	68.00	.680
3	.35	25.000	117.00	117.27	61.90	.780
4	.45		110.00	110.11	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses							
Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-44.01	-32.73	-144.12	.00	16.23	.00
36.001	4	-31.16	-21.36	-95.29	.00	14.36	.00

Normal Strains and Deflections							
Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	152.56	282.37	-999.91	-18.666	.000	538.447
36.001	4	193.74	322.77	-650.75	-32.443	.000	427.828

Principal Stresses and Strains							
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-146.69	-41.44	-32.73	-1029.43	182.08	282.37
36.001	4	-98.36	-28.10	-21.36	-691.14	234.12	322.77

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Normal Stresses							
Z-Position (cm)	Layer	Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-53.84	-35.41	-149.38	.00	.00	.00
36.001	4	-33.54	-23.67	-105.83	.00	.00	.00

Normal Strains and Deflections							
Z-Position (cm)	Layer	Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	92.38	304.55	-1007.40	.000	.000	576.178
36.001	4	224.62	354.62	-727.30	.000	.000	457.460

Principal Stresses and Strains							
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-149.38	-53.84	-35.41	-1007.40	92.39	304.55
36.001	4	-105.83	-33.54	-23.67	-727.30	224.62	354.62

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito C - 2k - 25cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	134.00	134.06	68.00	.680
3	.35	25.000	113.00	112.87	59.80	.780
4	.45		110.00	110.11	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-43.90	-32.76	-143.21	.00	15.91	.00
36.001	4	-31.36	-21.61	-95.35	.00	14.33	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	156.75	289.96	-1031.10	-19.331	.000	542.193
36.001	4	193.18	321.64	-649.53	-32.375	.000	428.277

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-145.70	-41.41	-32.76	-1060.84	186.49	289.96
36.001	4	-98.42	-28.30	-21.61	-689.88	233.53	321.64

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-53.57	-35.50	-148.76	.00	.00	.00
36.001	4	-33.75	-23.95	-105.92	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	96.75	312.90	-1041.75	.000	.000	580.362
36.001	4	224.25	353.36	-726.21	.000	.000	457.968

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-148.76	-53.57	-35.50	-1041.75	96.75	312.90
36.001	4	-105.92	-33.75	-23.95	-726.21	224.25	353.36

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 25cm 60/40

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	126.00	126.18	68.00	.680
3	.35	25.000	85.00	84.68	46.90	.760
4	.45		110.00	110.08	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1

X-Position (cm): .000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-42.87	-32.79	-136.10	.00	13.70	.00
36.001	4	-32.68	-23.39	-95.06	.00	14.01	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	191.86	352.43	-1294.52	-25.017	.000	571.886
36.001	4	187.37	309.71	-634.37	-31.564	.000	429.985

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-138.07	-40.89	-32.79	-1325.98	223.31	352.43
36.001	4	-98.06	-29.68	-23.39	-673.90	226.90	309.71

Location No: 2

X-Position (cm): 15.000

Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-51.33	-35.84	-143.41	.00	.00	.00
36.001	4	-35.12	-25.97	-105.76	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
23.500	3	134.75	381.67	-1333.30	.000	.000	613.469
36.001	4	219.43	340.03	-711.04	.000	.000	459.827

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-143.41	-51.33	-35.84	-1333.30	134.75	381.67
36.001	4	-105.76	-35.12	-25.97	-711.04	219.43	340.03

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 25cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	119.00	118.85	68.00	.680
3	.35	25.000	64.00	64.17	39.50	.660
4	.45		110.00	110.03	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-41.54	-32.52	-128.82	.00	11.84	.00
36.001	4	-33.61	-24.97	-93.60	.00	13.45	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	232.58	422.46	-1603.48	-31.785	.000	603.966
36.001	4	179.40	293.37	-611.07	-30.349	.000	428.956

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-130.40	-39.96	-32.52	-1636.69	265.79	422.46
36.001	4	-96.48	-30.74	-24.97	-649.02	217.34	293.37

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
23.500	3	-48.93	-35.74	-137.26	.00	.00	.00
36.001	4	-36.08	-27.73	-104.20	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
23.500	3	180.99	458.61	-1677.05	.000	.000	649.112
36.001	4	211.66	321.72	-686.08	.000	.000	458.463

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
23.500	3	-137.26	-48.93	-35.74	-1677.05	180.99	458.61
36.001	4	-104.20	-36.08	-27.73	-686.08	211.66	321.72

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 35cm 80/20

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	129.00	129.40	68.00	.680
3	.35	35.000	96.00	96.11	61.90	.780
4	.45		110.00	109.87	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-30.15	-19.49	-117.64	.00	15.80	.00
46.001	4	-18.91	-12.43	-71.18	.00	11.54	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
28.500	3	185.70	335.46	-1043.31	-28.265	.000	517.978
46.001	4	170.35	255.83	-519.50	-29.278	.000	368.084

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-120.41	-27.38	-19.49	-1082.16	224.56	335.46
46.001	4	-73.62	-16.48	-12.43	-551.63	202.48	255.83

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-34.93	-21.53	-127.82	.00	.00	.00
46.001	4	-18.99	-13.65	-79.17	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		E _{xx} (10 ⁻⁶)	E _{yy} (10 ⁻⁶)	E _{zz} (10 ⁻⁶)	U _x (microns)	U _y (microns)	U _z (microns)
28.500	3	180.40	368.65	-1124.28	.000	.000	556.388
46.001	4	207.35	277.79	-586.91	.000	.000	389.921

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-127.82	-34.93	-21.53	-1124.28	180.40	368.65
46.001	4	-79.17	-18.99	-13.65	-586.91	207.35	277.79

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito C - 2k - 35cm 70/30

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	128.00	128.27	68.00	.680
3	.35	35.000	93.00	92.50	59.80	.780
4	.45		110.00	109.87	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-30.09	-19.58	-116.91	.00	15.51	.00
46.001	4	-19.07	-12.62	-71.29	.00	11.53	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	191.19	344.55	-1076.00	-29.205	.000	523.238
46.001	4	170.08	255.21	-519.03	-29.237	.000	368.668

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-119.60	-27.40	-19.58	-1115.23	230.42	344.55
46.001	4	-73.72	-16.64	-12.62	-551.11	202.17	255.21

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-34.78	-21.64	-127.13	.00	.00	.00
46.001	4	-19.17	-13.86	-79.29	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	186.98	378.63	-1160.92	.000	.000	562.267
46.001	4	207.08	277.07	-586.38	.000	.000	390.545

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-127.13	-34.78	-21.64	-1160.92	186.99	378.63
46.001	4	-79.29	-19.17	-13.86	-586.38	207.08	277.07

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: Subleito C - 2k - 35cm 60/40

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	120.00	120.16	68.00	.680
3	.35	35.000	70.00	69.90	46.90	.760
4	.45		110.00	109.84	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-29.50	-20.12	-111.29	.00	13.50	.00
46.001	4	-20.16	-14.01	-71.47	.00	11.28	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	236.02	417.13	-1343.75	-36.905	.000	564.518
46.001	4	166.63	247.89	-510.69	-28.652	.000	371.395

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-113.46	-27.32	-20.12	-1385.68	277.95	417.13
46.001	4	-73.84	-17.79	-14.01	-541.97	197.91	247.89

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-33.52	-22.29	-121.64	.00	.00	.00
46.001	4	-20.38	-15.40	-79.45	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	241.11	458.10	-1460.87	.000	.000	608.287
46.001	4	203.03	268.78	-576.70	.000	.000	393.333

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-121.64	-33.52	-22.29	-1460.87	241.11	458.10
46.001	4	-79.45	-20.38	-15.40	-576.70	203.03	268.78

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: Subleito C - 2k - 35cm 50/50

No of Layers: 4

No of Loads: 2

No of X-Y Evaluation Points: 2

Layer	Poisson's Ratio	Thickness (cm)	Moduli(1) (MPa)	Moduli(2) (MPa)	Multiplier (MPa)	Power
1	.30	8.000	2000.00			
2	.35	3.000	113.00	113.22	68.00	.680
3	.35	35.000	55.00	54.54	39.50	.660
4	.45		110.00	109.81	110.44	.010

Load No	X-Position (cm)	Y-Position (cm)	Load (N)	Pressure (kPa)	Radius (cm)
1	.00	.00	20500.0	560.00	10.795
2	30.00	.00	20500.0	560.00	10.795

No of Iteration: 5

Maximum Error in Modulus: .0

Location No: 1 X-Position (cm): .000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-28.77	-20.39	-105.94	.00	11.88	.00
46.001	4	-20.94	-15.16	-70.81	.00	10.88	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	283.14	490.71	-1626.99	-45.018	.000	605.940
46.001	4	161.59	237.97	-496.93	-27.764	.000	371.607

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-107.73	-26.98	-20.39	-1671.25	327.39	490.71
46.001	4	-73.08	-18.67	-15.16	-526.89	191.55	237.97

Location No: 2 X-Position (cm): 15.000 Y-Position (cm): .000

Z-Position (cm)	Layer	Normal Stresses					
		Sxx (kPa)	Syy (kPa)	Szz (kPa)	Syz (kPa)	Sxz (kPa)	Sxy (kPa)
28.500	3	-32.28	-22.59	-116.14	.00	.00	.00
46.001	4	-21.27	-16.66	-78.61	.00	.00	.00

Z-Position (cm)	Layer	Normal Strains and Deflections					
		Exx (10 ⁻⁶)	Eyy (10 ⁻⁶)	Ezz (10 ⁻⁶)	Ux (microns)	Uy (microns)	Uz (microns)
28.500	3	298.36	538.31	-1777.38	.000	.000	654.219
46.001	4	196.73	257.62	-560.48	.000	.000	393.257

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
28.500	3	-116.14	-32.28	-22.59	-1777.38	298.37	538.31
46.001	4	-78.61	-21.27	-16.66	-560.48	196.73	257.62

ANEXO B – Tabelas utilizadas para avaliação empírico-mecânica de estruturas de pavimentos

Subleito A	REVESTIMENTO				AREIA DE ASSENTAMENTO					BASE							SUBLEITO						
	h_R [cm]	MR_R [MPa]	v_R	γ_R [kN/m ³]	h_A [cm]	$K1_A$	$K2_A$	v_A	γ_A [kN/m ³]	h_B [cm]	material	$K1_B$	$K2_B$	c	ϕ	v_B	γ_B [kN/m ³]	h_{SL} [cm]	$K1_{SL}$	$K2_{SL}$	v_{SL}	γ_{SL} [kN/m ³]	
Base de 15 cm	S1	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S2	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S3	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S4	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S5	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S6	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S7	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
Base de 25 cm	S8	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S9	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S10	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S11	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S12	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S13	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S14	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
Base de 30 cm	S15	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S16	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S17	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S18	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S19	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S20	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00
	S21	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	153,09	-0,712	0,45	16,00

Subleito B		REVESTIMENTO				AREIA DE ASSENTAMENTO					BASE							SUBLEITO					
		h _R [cm]	MR _R [MPa]	v _R	γ _R [kN/m ³]	h _A [cm]	K1 _A	K2 _A	v _A	γ _A [kN/m ³]	h _B [cm]	material	K1 _B	K2 _B	c	φ	v _B	γ _B [kN/m ³]	h _{SL} [cm]	K1 _{SL}	K2 _{SL}	v _{SL}	γ _{SL} [kN/m ³]
Base de 15 cm	S22	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S23	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S24	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S25	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S26	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S27	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S28	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
Base de 25 cm	S29	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S30	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S31	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S32	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S33	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S34	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S35	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
Base de 30 cm	S36	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S37	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S38	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S39	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S40	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S41	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95
	S42	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	80,37	-0,07	0,45	12,95

Subleito C		REVESTIMENTO				AREIA DE ASSENTAMENTO					BASE							SUBLEITO					
		h _R [cm]	MR _R [MPa]	v _R	γ _R [kN/m ³]	h _A [cm]	K1 _A	K2 _A	v _A	γ _A [kN/m ³]	h _B [cm]	material	K1 _B	K2 _B	c	φ	v _B	γ _B [kN/m ³]	h _{SL} [cm]	K1 _{SL}	K2 _{SL}	v _{SL}	γ _{SL} [kN/m ³]
Base de 15 cm	S43	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S44	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S45	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S46	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S47	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S48	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S49	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	15	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
Base de 25 cm	S50	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S51	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S52	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S53	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S54	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S55	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S56	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	25	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
Base de 30 cm	S57	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	BGS	62,7	0,89	61	61	0,35	20,49	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S58	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	100/0	71,4	0,80	44	55	0,35	18,43	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S59	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	90/10	70,0	0,73	39	53	0,35	17,85	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S60	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	80/20	61,9	0,78	38	54	0,35	17,29	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S61	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	70/30	59,8	0,78	32	55	0,35	16,84	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S62	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	60/40	46,9	0,76	37	54	0,35	16,05	∞	110,44	0,01	0,45	16,50
	S63	8	2000	0,3	21,5	3	68	0,68	0,4	16,4	35	50/50	39,5	0,66	37	53	0,35	15,23	∞	110,44	0,01	0,45	16,50

Subleito A	Pts de Análise		Everstress							$\alpha =$	$\beta =$	$K =$	$a =$
	Cisalh.	DP	Material	$S1_{(0,0)}$	$S3_{(0,0)}$	$Ezz_{(0,0)}$	$S1_{(15,0)}$	$S3_{(15,0)}$	$Ezz_{(15,0)}$	$F_{(0,0)}$	$F_{(15,0)}$	N_{CCG}	$N_{DP} SL$ (10mm)
Base de 15 cm	18,500	26,001	BGS	-193,27	-61,90	-626,23	-178,97	-62,54	-631,07	1,47	1,55	6,4E+07	2,9E+05
	18,500	26,001	100/0	-193,94	-62,00	-628,07	-179,15	-62,54	-632,53	0,87	0,92	1,8E+06	2,9E+05
	18,500	26,001	90/10	-190,86	-61,54	-617,79	-178,30	-62,51	-624,08	0,74	0,77	8,1E+05	3,3E+05
	18,500	26,001	80/20	-188,89	-61,22	-610,23	-177,68	-62,46	-617,73	0,75	0,78	8,6E+05	3,6E+05
	18,500	26,001	70/30	-187,81	-61,04	-605,80	-177,32	-62,41	-613,98	0,65	0,68	4,8E+05	3,9E+05
	18,500	26,001	60/40	-179,16	-59,42	-564,77	-173,81	-61,77	-578,39	0,76	0,77	9,4E+05	7,0E+05
	18,500	26,001	50/50	-169,36	-57,33	-510,73	-168,63	-60,55	-529,74	0,78	0,77	9,9E+05	1,7E+06
Base de 25 cm	23,500	36,001	BGS	-156,93	-33,68	-440,62	-159,91	-36,45	-491,82	1,96	1,91	8,9E+08	3,6E+06
	23,500	36,001	100/0	-158,36	-33,64	-443,03	-160,78	-36,33	-494,18	1,16	1,13	8,6E+06	3,4E+06
	23,500	36,001	90/10	-156,02	-33,70	-438,32	-159,36	-36,53	-489,47	0,98	0,95	2,9E+06	3,7E+06
	23,500	36,001	80/20	-153,68	-33,73	-432,65	-157,85	-36,68	-483,64	1,00	0,96	3,1E+06	4,2E+06
	23,500	36,001	70/30	-152,64	-33,74	-429,81	-157,15	-36,74	-480,68	0,87	0,84	1,5E+06	4,5E+06
	23,500	36,001	60/40	-144,53	-33,61	-403,37	-151,20	-36,90	-452,44	1,02	0,97	3,2E+06	8,2E+06
	23,500	36,001	50/50	-136,24	-33,21	-370,39	-144,32	-36,66	-416,29	1,04	0,98	3,4E+06	1,9E+07
Base de 35 cm	28,500	46,001	BGS	-127,97	-19,90	-303,49	-136,69	-22,11	-344,38	2,53	2,36	1,3E+10	1,3E+08
	28,500	46,001	100/0	-129,67	-19,72	-305,70	-138,15	-21,89	-346,86	1,49	1,40	4,1E+07	1,2E+08
	28,500	46,001	90/10	-128,16	-19,88	-303,33	-136,86	-22,09	-344,19	1,26	1,17	1,1E+07	1,3E+08
	28,500	46,001	80/20	-125,89	-20,09	-299,15	-134,87	-22,34	-339,43	1,28	1,19	1,2E+07	1,5E+08
	28,500	46,001	70/30	-125,01	-20,17	-297,28	-134,08	-22,43	-337,29	1,12	1,04	4,9E+06	1,5E+08
	28,500	46,001	60/40	-118,30	-20,58	-280,43	-127,77	-22,92	-317,89	1,31	1,21	1,4E+07	2,8E+08
	28,500	46,001	50/50	-111,97	-20,76	-261,11	-121,47	-23,12	-295,50	1,33	1,22	1,5E+07	5,8E+08

Subleito B	Pts de Análise		Everstress							$\alpha =$	$\beta =$	$K =$	$a =$
	Cisalh.	DP	Material	S1 _(0,0)	S3 _(0,0)	Ezz _(0,0)	S1 _(15,0)	S3 _(15,0)	Ezz _(15,0)	2,605122	3,983324	0,8	33,47
										F _(0,0)	F _(15,0)	N _{CCG}	N _{DP SL} (10mm)
Base de 15 cm	18,500	26,001	BGS	-173,52	-57,39	-1019,84	-159,91	-58,13	-1049,94	1,62	1,72	1,6E+08	1,8E+03
	18,500	26,001	100/0	-174,38	-57,47	-1020,72	-160,12	-58,08	-1050,32	0,96	1,02	3,1E+06	1,8E+03
	18,500	26,001	90/10	-171,70	-57,22	-1017,11	-159,42	-58,20	-1048,33	0,81	0,86	1,3E+06	1,8E+03
	18,500	26,001	80/20	-169,75	-57,00	-1013,15	-158,84	-58,24	-1045,65	0,83	0,86	1,4E+06	1,9E+03
	18,500	26,001	70/30	-168,77	-56,87	-1010,72	-158,52	-58,24	-1043,91	0,72	0,75	7,2E+05	1,9E+03
	18,500	26,001	60/40	-161,08	-55,09	-983,35	-155,54	-57,93	-1022,28	0,84	0,85	1,5E+06	2,4E+03
	18,500	26,001	50/50	-152,83	-54,06	-940,39	-151,36	-57,02	-985,69	0,86	0,85	1,6E+06	3,4E+03
Base de 25 cm	23,500	36,001	BGS	-144,65	-31,68	-818,08	-145,11	-34,00	-912,75	2,12	2,09	2,7E+09	7,4E+03
	23,500	36,001	100/0	-146,11	-31,55	-816,94	-145,88	-33,77	-910,90	1,26	1,24	1,7E+07	7,5E+03
	23,500	36,001	90/10	-144,12	-31,72	-818,15	-144,83	-34,08	-913,04	1,06	1,04	5,0E+06	7,3E+03
	23,500	36,001	80/20	-141,90	-31,87	-818,08	-143,55	-34,36	-913,78	1,08	1,05	5,3E+06	7,3E+03
	23,500	36,001	70/30	-140,96	-31,93	-817,53	-142,99	-34,47	-913,49	0,94	0,92	2,3E+06	7,3E+03
	23,500	36,001	60/40	-133,76	-32,11	-804,86	-138,19	-34,98	-901,44	1,10	1,05	5,3E+06	8,3E+03
	23,500	36,001	50/50	-126,65	-31,96	-79,93	-132,71	-35,01	-874,85	1,12	1,05	5,4E+06	1,1E+04
Base de 35 cm	28,500	46,001	BGS	-119,28	-18,81	-646,08	-125,51	-20,69	-728,03	2,71	2,56	4,5E+10	7,1E+04
	28,500	46,001	100/0	-120,89	-18,54	-643,45	-126,74	-20,36	-724,88	1,60	1,52	8,7E+07	7,4E+04
	28,500	46,001	90/10	-119,65	-18,75	-645,50	-125,80	-20,62	-727,33	1,35	1,27	2,0E+07	7,1E+04
	28,500	46,001	80/20	-117,58	-19,07	-647,42	-124,16	-21,00	-729,66	1,37	1,29	2,2E+07	6,9E+04
	28,500	46,001	70/30	-116,81	-19,17	-647,67	-123,53	-21,13	-729,99	1,19	1,12	8,1E+06	6,9E+04
	28,500	46,001	60/40	-110,95	-19,80	-642,63	-118,46	-21,87	-724,17	1,39	1,30	2,3E+07	7,4E+04
	28,500	46,001	50/50	-105,55	-20,13	-628,78	-113,40	-22,25	-707,91	1,41	1,30	2,4E+07	9,3E+04

Subleito C	Pts de Análise		Everstress							$\alpha =$	$\beta =$	K=	a =
	Cisalh.	DP	Material	S1 _(0,0)	S3 _(0,0)	Ezz _(0,0)	S1 _(15,0)	S3 _(15,0)	Ezz _(15,0)	2,605122	3,983324	0,8	33,47
										F _(0,0)	F _(15,0)	N _{CCG}	N _{DP SL} (10mm)
Base de 15 cm	18,500	26,001	BGS	-183,02	-59,72	-814,26	-169,34	-60,48	-830,26	1,54	1,63	1,0E+08	1,9E+04
	18,500	26,001	100/0	-184,02	-59,84	-815,86	-169,61	-60,46	-831,26	0,92	0,97	2,3E+06	1,9E+04
	18,500	26,001	90/10	-181,08	-59,47	-810,59	-168,76	-60,49	-827,82	0,78	0,81	1,0E+06	2,0E+04
	18,500	26,001	80/20	-179,07	-59,19	-806,07	-168,1	-60,47	-824,65	0,79	0,82	1,1E+06	2,0E+04
	18,500	26,001	70/30	-178,00	-59,03	-803,42	-167,73	-60,44	-822,73	0,69	0,71	5,9E+05	2,1E+04
	18,500	26,001	60/40	-169,56	-57,56	-776,7	-164,17	-59,89	-802,16	0,80	0,81	1,2E+06	2,7E+04
	18,500	26,001	50/50	-160,23	-55,64	-738,49	-159,13	-58,74	-770,66	0,82	0,81	1,3E+06	4,0E+04
Base de 25 cm	23,500	36,001	BGS	-149,66	-32,59	-653,23	-151,16	-35,11	-729,17	2,05	2,01	1,7E+09	6,9E+04
	23,500	36,001	100/0	-151,09	-32,50	-653,75	-151,96	-34,93	-729,28	1,22	1,19	1,2E+07	6,9E+04
	23,500	36,001	90/10	-148,96	-32,63	-652,83	-150,76	-35,19	-728,94	1,03	1,00	3,9E+06	7,0E+04
	23,500	36,001	80/20	-146,69	-32,73	,650,75	-149,38	-35,41	-727,30	1,04	1,01	4,2E+06	7,1E+04
	23,500	36,001	70/30	-145,70	-32,76	-649,53	-148,76	-35,50	-726,21	0,91	0,88	1,9E+06	7,2E+04
	23,500	36,001	60/40	-138,07	-32,79	-634,37	-143,41	-35,84	-711,04	1,07	1,02	4,3E+06	8,9E+04
	23,500	36,001	50/50	-130,40	-32,52	-611,07	-137,26	-35,74	-686,08	1,09	1,02	4,4E+06	1,3E+05
Base de 35 cm	28,500	46,001	BGS	-122,24	-19,25	-519,93	-129,32	-21,25	-587,33	2,65	2,49	2,9E+10	6,0E+05
	28,500	46,001	100/0	-123,86	19,02	-519,54	-130,61	-20,96	-586,80	3,44	1,47	6,6E+07	6,1E+05
	28,500	46,001	90/10	-122,53	-19,21	-519,92	-129,56	-21,19	-587,32	1,32	1,24	1,6E+07	6,0E+05
	28,500	46,001	80/20	-120,41	-19,49	-519,50	-127,82	-21,53	-586,91	1,34	1,25	1,8E+07	6,1E+05
	28,500	46,001	70/30	-119,60	-19,58	-519,03	-127,13	-21,64	-586,38	1,17	1,09	6,7E+06	6,1E+05
	28,500	46,001	60/40	-113,46	-20,12	-510,69	-121,64	-22,29	-576,70	1,36	1,27	1,9E+07	7,3E+05
	28,500	46,001	50/50	-107,73	-20,39	-496,93	-116,14	-22,59	-560,48	1,38	1,28	2,0E+07	9,6E+05