

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Helena Lunkes Strieder

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO GRAU DE
COMPACTAÇÃO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO
CAMADA ESTRUTURAL DE PAVIMENTOS**

Porto Alegre

julho 2017

HELENA LUNKES STRIEDER

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO GRAU DE
COMPACTAÇÃO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO
CAMADA ESTRUTURAL DE PAVIMENTOS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Civil

Orientador: Washington Peres Núñez
Coorientador: Matheus Ferreira Matuella

Porto Alegre
junho 2017

HELENA LUNKES STRIEDER

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO GRAU DE
COMPACTAÇÃONAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO
CAMADA ESTRUTURAL DE PAVIMENTOS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de Engenheira Civil e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pelo Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2017

Prof. Washington Peres Núñez
Dr. pela UFRGS
Orientador

Matheus Ferreira Matuella
Eng. Civil pela UFRGS
Coorientador

BANCA EXAMINADORA

Washington Peres Núñez (UFRGS)
Dr. pela UFRGS

Lucas Delongui (UFSM)
Dr. pela UFRGS

Thaís Radünz Kleinert
Ma. pela UFRGS

Matheus Ferreira Matuella
Me. pela UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter permitido o desenvolvimento dos meus estudos.

Agradeço aos meus pais Marinês e Nelson, por sempre acreditar em mim e por vivenciarem comigo mais esse sonho.

A minha irmã Débora, por me mostrar como se pode conseguir tudo o que quiser com muito estudo e determinação.

Agradeço a todos os professores tive a oportunidade de ter aula. Eu sou hoje um pouquinho do conhecimento de cada um de vocês.

Agradeço em especial ao Prof. Washington Núñez, orientador do trabalho, pelos incentivos dados ao longo da execução, pela proximidade, pelos conselhos e experiências culinárias.

Agradeço demais ao Dr. Lucas Delongui, quem delineou todo o trabalho. Obrigada pela ajuda, disponibilidade e compreensão de sempre.

Agradeço ao Matheus Matuella, coorientador do trabalho, por ter me ajudado durante todo o tempo na elaboração do trabalho e execução dos ensaios. Também, tornar o grupo do laboratório tão unido, como é bom trabalhar com amigos.

Agradeço ao pessoal do Lageotec e Lapav, em especial ao Victor Manfio, pela disponibilidade e por toda ajuda na realização dos ensaios. Obrigada, sobretudo, pela amizade.

Agradeço a tantas pessoas especiais que conheci durante os anos que estive em Porto Alegre, dentro e fora da universidade. Obrigada pela companhia, pelas risadas, pelas explicações na véspera de prova e por serem alívio em meio aos infindáveis compromissos acadêmicos.

Agradeço aos meus amigos do intercâmbio, é muito bom que, embora longe, tenho vocês tão presente na minha vida. Vocês são conforto.

Agradeço, por fim, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo ensino de excelência recebido.

Mucha gente pequeña, en lugares pequeños,
haciendo cosas pequeñas, puede cambiar el mundo.

Eduardo Galeano

RESUMO

O crescimento consolidado do setor da construção civil atenta para a preservação ambiental e torna as construções mais enxutas e sustentáveis. A realidade do canteiro de obra vem mudando, ao passo que aumentam os investimentos em qualificação e em tecnologias para uma melhora progressiva de como produzir e gerir os resíduos de obra. No ramo da pavimentação, vê-se uma boa alternativa para o reaproveitamento desses resíduos em substituição aos agregados clássicos. Nesse enfoque, o trabalho tem a intenção de estudar o comportamento mecânico das camadas estruturais de pavimentos compostas por Resíduos de Construção e Demolição (RCD) reciclado quanto à diferentes Graus de Compactação (GC). Em laboratório, inicialmente, foi feita a análise granulométrica e então, o material foi dosado respeitando as proporções de material de cada peneira. Partiu-se então, para os ensaios de Módulo de Resiliência (MR) e Resistência ao Cisalhamento (RC) variando os GC de 91% a 106%. Do ensaio de MR, as amostras com GC de 100% foram as que apresentaram o maior módulo. Quanto ao ensaio de RC, a coesão aumenta com o aumento do GC e ângulo de atrito tem valores extremamente altos para os GC de 103% e 106%. Buscando amparar esses resultados, foi feita a curva granulométrica pós compactação para ser avaliada a quebra do material em relação à curva original, mostrando que a quebra do material graúdo foi maior conforme aumentou o GC. Após isso, com o auxílio do *software* Everstress 5.0, foi possível avaliar o comportamento de pavimentos flexíveis que utilizam RCD na camada estrutural quanto a fadiga, a deformação permanente e o cisalhamento da camada granular. Foram simulados diversas estruturas, com módulo de resiliência do subleito de 50, 100 e 150 Mpa e três espessuras da camada de base 15, 25 e 35 cm. A partir desses resultados, foi possível perceber que o desempenho do material aumenta progressivamente a partir do GC de 91% até chegar ao GC de 100%, o qual obteve, dentre os pavimentos analisados, o melhor resultado. Ou seja, embora os parâmetros de coesão e ângulo de atrito do material tenham se mostrado mais altos após o GC de 100%, o comportamento da estrutura não tem a mesma tendência. Pode-se dizer, por fim, que se deve controlar a compactação para se chegar muito próximo ao GC de 100%, que é a condição ideal, e que é preferível ficar um pouco abaixo disso, pois compactar demais é o que compromete o bom desempenho do pavimento.

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição. Ensaio triaxial. Módulo de resiliência. Resistência ao cisalhamento. Grau de compactação. Everstress 5.0.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas de pesquisa	18
Figura 2 – Seção de um pavimento asfáltico	27
Figura 3 – Resistência e distribuição dos esforços verticais produzidos pelo tráfego	27
Figura 4 – Representação esquemática dos defeitos	29
Figura 5 – Especificações para material granular conforme volume de tráfego	31
Figura 6 – Parcelas dos deslocamentos resilientes e permanentes	33
Figura 7 – Definição dos parâmetros de resistência ao cisalhamento de Mohr-Coulomb	36
Figura 8 – Diagrama $p \times q$	36
Figura 9 – Esquema do método da retro análise	38
Figura 10 – Coleta e acondicionamento do material	40
Figura 11 – Distribuição granulométrica e limites faixa A	41
Figura 12 – Curva granulométrica com escalpo	42
Figura 13 – Curva de compactação com umedecimento 24h	43
Figura 14 – Preparação do material	45
Figura 15 – Procedimento de ensaio de módulo de resiliência	46
Figura 16 – Procedimento de ensaio de cisalhamento	47
Figura 17 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 91%, seguindo o modelo $M_r - \sigma_3$	50
Figura 18 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 91%, seguindo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$	50
Figura 19 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 94%, seguindo o modelo $M_r - \sigma_3$	51
Figura 20 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 94%, seguindo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$	51
Figura 21 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 97%, seguindo o modelo $M_r - \sigma_3$	52
Figura 22 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 97%, seguindo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$	53
Figura 23 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 100%, seguindo o modelo $M_r - \sigma_3$	52
Figura 24 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 100%, seguindo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$	53
Figura 25 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 103%, seguindo o modelo $M_r - \sigma_3$	54
Figura 26 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 103% seguindo o	

modelo $M_r - \theta/P_{atm}$	54
Figura 27 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 106%, seguindo o modelo $M_r - \sigma_3$	55
Figura 28 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 106%, seguindo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$	55
Figura 29 – Comparativo entre resultados do ensaio de módulo de resiliência para diferentes GC pelo método $M_r - \sigma_3$	56
Figura 30 – Estimativa do comportamento do módulo de resiliência de acordo com o GC	56
Figura 31 – Comparativo entre resultados do ensaio de módulo de resiliência para diferentes GC pelo método Θ/P_{atm}	56
Figura 32 – Estimativa do comportamento do módulo de resiliência de acordo com o GC	57
Figura 33 – Gráfico tensão x deformação para o GC 91%	59
Figura 34 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 91%	59
Figura 35 – Gráfico tensão x deformação do CP para o GC 94%	60
Figura 36 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 94%	60
Figura 37 – Gráfico tensão x deformação do CP para o GC 97%	61
Figura 38 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 100%	61
Figura 39 – Gráfico tensão x deformação para o GC 100%	62
Figura 40 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 100%	62
Figura 41 – Gráfico tensão x deformação do CP para o GC 103%	63
Figura 42 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 103%.....	63
Figura 43 – Gráfico tensão x deformação para o GC 106%.....	64
Figura 44 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 106%	64
Figura 45 – Comparativo entre as envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para os GC de 91 a 106%	65
Figura 46 – Comparativo da variação granulométrica entre os graus de compactação.....	67
Figura 47 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação e à fadiga para um subleito com $MR = 50$ MPa	68
Figura 48 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação e à fadiga para um subleito com $MR = 100$ MPa	68
Figura 49 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de	

	compactação e à fadiga para um subleito com MR = 150 MPa	69
Figura 50	– Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação ao cisalhamento para um subleito com MR = 50 MPa	69
Figura 51	– Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação ao cisalhamento para um subleito com MR = 100 MPa	70
Figura 52	– Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação ao cisalhamento para um subleito com MR = 150 MPa	70
Figura 53	– Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação a deformação permanente para um subleito com MR = 50 MPa.....	71
Figura 54	– Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação a deformação permanente para um subleito com MR = 100 MPa.....	71
Figura 55	– Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação a deformação permanente para um subleito com MR = 150 MPa.....	72

LISTA TABELAS

Tabela 1 – Dosagem dos CPs com diferentes graus de compactação.....	45
Tabela 2 – Moldagem dos CPs nos diferentes graus de compactação.....	45
Tabela 3 – Parâmetros dos modelos $M_r - \sigma_3$ e $M_R - \theta/P_{atm}$ para os ensaios de módulo de resiliência realizados variando o GC.....	49
Tabela 4 – Parâmetros a , α , c e Φ	65
Tabela 5 – Variação do N em função da espessura de base e GC para subleito com $M_R = 50$ MPa	72
Tabela 6 – Variação do N em função da espessura de base e GC para subleito $M_R = 100$ MPa.....	73
Tabela 7 – Variação do N em função da espessura de base e GC para subleito com $M_R = 150$ MPa	74

LISTA DE SIGLAS

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AM – Amostra

ARC – Agregado de Resíduo de Concreto

ARM – Agregado de Resíduo Misto

ATR – Afundamento de Trilho de Roda

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

FGSS – Fração Grosseira Superfície Seca

GC – Grau de Compactação

ISC – Índice de Suporte Califórnia

Lageotec – Laboratório de Geotecnologia

LAPAV – Laboratório de Pavimentação

MR – Módulo de resiliência

NBR – Norma Brasileira

RC – Resistência ao Cisalhamento

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RS – Rio Grande do Sul

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

Φ – Ângulo de atrito

α – Ângulo que a envoltória de ruptura forma com a horizontal no diagrama “p x q”

ω_0 – Umidade ótima

ω – Umidade

ν – Coeficiente de Poisson

R^2 – Coeficiente de determinação

q – Metade da tensão desvio

p – Média das tensões principais

c – Coesão

a – Valor que a envoltória de ruptura cruza o eixo vertical do diagrama “p x q”

σ_3 – Tensão confinante

σ_1 – Tensão principal

ε_v – deformação vertical na superfície

ε_t – Deformação horizontal na parte inferior da camada asfáltica

k_1 – Declividade da reta

P_{atm} – Pressão atmosférica

N_f – Número de carregamentos aplicados até o fim da vida de fadiga da camada asfáltica

N_{CCG} – Número de carregamentos aplicados até a ruptura por cisalhamento da camada granular

N_{PD} – Número de carregamentos aplicados até a ruptura por deformação permanente

σ_d – Tensão desvio

ε_r – Deformação resiliente específica

$\gamma_{\text{máx}}$ – Peso específico de campo

γ_d – Peso específico aparente seco

H_0 – Altura inicial do corpo de prova

Δh_r – Variação da altura do corpo de prova em cada ciclo de carga

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	16
2.2.1 Objetivo principal.....	16
2.2.2 Objetivos secundários	16
3 SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
4 COMPORTAMENTO ESTRUTURAL E FUNCIONAL DE PAVIMENTOS	26
4.1 PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	26
4.2 DEFEITOS DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	28
4.3 ENSAIOS LABORATORIAIS	30
4.3.1 Análise Granulométrica	30
4.3.2 Compactação	31
4.3.3 Módulo de resiliência	32
4.3.4 Resistência ao cisalhamento.....	35
4.4 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE PAVIMENTOS	37
4.4.1 Programa <i>Everstress 5.0</i>	37
4.4.2 Modelos de previsão de comportamento	38
5 PROGRAMA EXPERIMENTAL	40
5.1 COLETA DO MATERIAL	40
5.2 ADEQUAÇÃO GRANULOMÉTRICA	41
5.3 MÉTODO DE UMEDECIMENTO E A UMIDADE ÓTIMA.....	43
5.5 PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	44
5.5 ENSAIO DE MÓDULO DE RESILIÊNCIA.....	45
5.6 ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO	47
6 AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	49
6.1 MÓDULO DE RESILIÊNCIA.....	49
6.2 RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO	58
6.3 CURVA GRANULOMÉTRICA PÓS COMPACTAÇÃO.....	66
6.4 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COMPORTAMENTO DOS PAVIMENTOS	67
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, o estímulo por uma sociedade mais eficiente repercute em uma alta demanda da construção civil e incentiva a produção norteada por duas premissas: curto prazo e menor custo. Se isto, por um lado, aquece o setor e o torna responsável pelo progresso, por outro, suas técnicas construtivas rudimentares comprometem o almejado desenvolvimento sustentável. Com esta visão, vários setores do conhecimento são mobilizados em busca de materiais alternativos que aliem desempenho e economia com responsabilidade social, tal como a utilização dos RCD em substituição aos agregados minerais. Essa alternativa gera benefícios imediatos, como o controle dos entulhos depositos em locais irregulares e o não esgotamento das fontes naturais, além de benefícios sociais indiretos, como a criação de um novo ramo de atividades no mercado.

No entanto, a reutilização e reciclagem deste material esbarram na heterogeneidade do mesmo, em função da grande quantidade de técnicas construtivas e materiais disponíveis no mercado da construção civil. Atualmente, várias pesquisas são desenvolvidas sobre a caracterização dos RCD, apontando sua aplicabilidade em pavimentação, tal como a dissertação de Delongui (2012), com a análise laboratorial dos resíduos sólidos produzidos em Santa Maria, para a aplicação em camadas estruturais. Essas pesquisas buscam verificar como o insumo, composto por concreto, argamassa e componentes cerâmicos, deve ser combinado com os ligantes asfálticos, dentre outros materiais, para que suportem as demandas funcionais e estruturais impostas.

Uma vez que os defeitos na superfície de rolamento têm impacto direto aos usuários pois afetam o conforto, aumentam o tempo de viagens e acarretam em maiores gastos com manutenção dos veículos, consumo de combustível e pneus, é preciso avançar no conhecimento do comportamento mecânico dos agregados, e assim, garantir a trafegabilidade com conforto, segurança e baixos custos operacionais.

De acordo com as bibliografias consultadas, o tráfego de veículos com cargas é o principal mecanismo responsável por comprometer as condições da pista. Segundo Korkiala-Tanttu (2008), as deformações de materiais granulares podem ser volumétricas, que ocorrem sobre a

trilha de roda ou de cisalhamento, que geralmente ocorrem lateralmente à trilha de roda. Segundo o mesmo autor, as volumétricas são causadas por tensões hidrostáticas ou falta de compactação e as de cisalhamento são regidas pelo carregamento. Em laboratório, pode ser feita a simulação de tráfego de veículos a partir dos ensaios triaxiais, que mediante a aplicação de cargas cíclicas simulam o comportamento dos materiais em função de um estado de tensões pré-determinado.

Assim, o trabalho relata os resultados de pesquisa sobre o comportamento do RCD misto (ou seja, que apresentam materiais de concreto, cerâmicos, vidro, entre outros em sua composição) quanto à resistência ao cisalhamento e deformações resilientes. Para tal, foram realizados ensaios triaxiais para os GC variando de 91 a 106%, obtendo-se os parâmetros de coesão, ângulo de atrito e módulos de resiliência. Após isso, foram analisadas diferentes estruturas por um *software*, buscando verificar a que apresenta o melhor desempenho. Nesse sentido, almeja-se que esse trabalho, além de fornecer parâmetros para futuros projetos que utilizarão esse material como camada estrutural de pavimento, possa contribuir para estabelecer o agregado sustentável no mercado como uma solução de baixo custo e tecnicamente confiável.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: qual o efeito do grau de compactação no comportamento mecânico de agregados de RCD aplicados em base e sub-base de pavimentos asfálticos?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é: verificar a influência do grau de compactação nas propriedades mecânicas dos agregados reciclados, provenientes de RCD, e fornecer parâmetros para projetos que apliquem o material em camadas estruturais de pavimentos.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) determinar, a partir de ensaios de módulo de resiliência, parâmetros k_1 e k_2 dos modelos $M_r - \theta/P_{atm}$ e $M_r - \sigma_3$ para os diferentes graus de compactação avaliados;
- b) determinar, a partir de ensaios de resistência ao cisalhamento na compressão triaxial, o ângulo de atrito interno efetivo e o intercepto coesivo para os diferentes graus de compactação avaliados;
- c) obter a curva granulométrica pós-compactação dos agregados ensaiados com diferentes GC;
- d) avaliar, com auxílio do *software* Everstress 5.0, o comportamento de pavimentos dimensionados com RCD frente a diversos mecanismos de degradação.

2.3 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) uso de RCD proveniente de uma única usina de beneficiamento;
- b) os corpos de prova a serem ensaiados com dimensões de 10x20 cm, apenas;
- c) a compactação das amostras com energia intermediária, apenas;
- d) a dificuldade de compactar amostras com GC acima de 103%;
- e) a simulação dos resultados com o programa Everstress 5.0, apenas.

2.4 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir representadas na figura 1 e descritas nos próximos parágrafos:

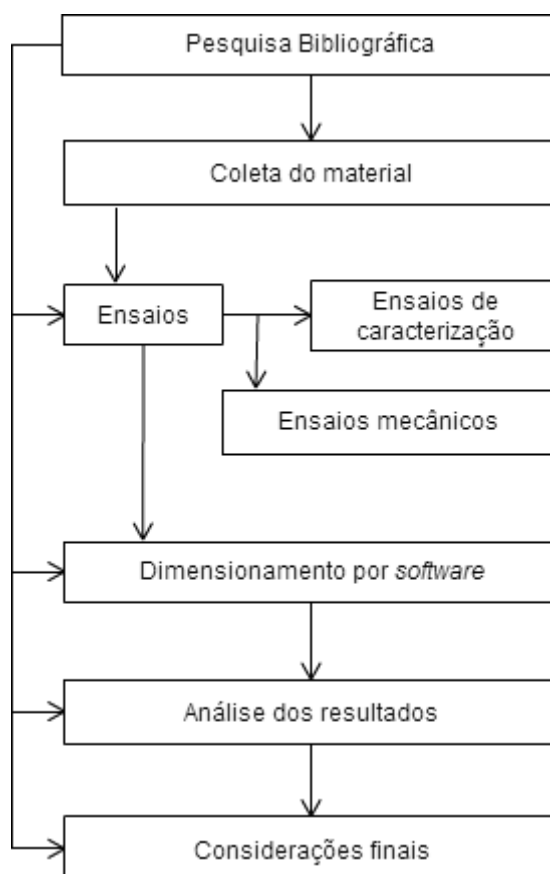
- a) pesquisa bibliográfica;
- b) coleta do material;
- c) ensaios;
- d) dimensionamento por *software*;
- e) análise dos resultados;
- f) considerações finais.

O trabalho iniciou com a **pesquisa bibliográfica**, ao investigar a importância socioeconômica da substituição da fonte de agregados e os benefícios da aplicação do material reciclado em obras de pavimentação. Após motivação inicial, a pesquisa seguiu para o levantamento do que já havia sido estudado sobre o assunto, de forma que o trabalho desenvolvido somasse aos demais. E assim, durante todas as etapas do trabalho, contou-se com informações tanto de normas técnicas, como de pesquisas e estudos anteriores a este.

Previamente aos ensaios, houve a **coleta dos materiais**. O agregado de composição mista foi gentilmente cedido pela Move, empresa localizada em Porto Alegre, RS, legalizada para o transporte e beneficiamento dos resíduos gerados em obras de construção e demolição ocorridas no município e região metropolitana. A mesma, o disponibilizou já britado, com diâmetro máximo característico de 50 mm. Foi acertado que do britador fossem diretamente despejados nos tonéis de acondicionamento tendo, dessa forma, maior confiabilidade granulométrica. Os

tonéis foram fechados com tampa de lacre e transportados até o Laboratório de Pavimentação (Lapav) para serem estocados em um local coberto, evitando que os materiais sofressem alterabilidade em função das variações ambientais.

Figura 1 Fluxograma das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pela autora)

Partiu-se então, para os **ensaios laboratoriais**. Primeiramente, com a averiguação das características físicas e químicas do material, através da análise e adequação da curva granulométrica e do ensaio de compactação para a determinação da umidade ótima e escolha do método de umedecimento. Após isto, foram avaliadas algumas características mecânicas dos materiais, por meio dos ensaios de módulo de resiliência a serem realizados no Lapav e o de resistência ao cisalhamento no Laboratório de Geotecnologia (Lageotec) desta Universidade.

Buscando determinar estruturas com bom desempenho para um determinado número N, foi feita a avaliação computacional do pavimento foi feito a partir de um **dimensionamento por software**, onde os resultados foram manejados pelo programa Everstress 5.0, o qual analisa o

comportamento de um pavimento quanto a tensões, deflexões e deformações, em função dos materiais constituintes de cada camada. O mesmo foi alimentado com os resultados dos ensaios laboratoriais previamente obtidos.

Tendo tais resultados, houve a interpretação e **comparação dos resultados** que foram gerados pelo *software* com trabalhos existentes. E por fim, são apresentadas as **considerações finais**, onde se comparam as respostas estruturais de tensões, deformações e deslocamentos quanto a diferentes espessuras de base e módulos de subleito.

3 SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO CIVIL

No capítulo, serão levantados dados bibliográficos para debater a problemática dos resíduos gerados pela indústria da construção, a gestão dos mesmos e as normas de classificação que facilitam o seu reaproveitamento. Ademais, destaca-se os benefícios do uso deles como agregados reciclados na pavimentação.

3.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Especialmente nas últimas décadas, a construção civil vem se expandindo, assim como os impactos ambientais causados por ela. Como a indústria da construção é responsável desde a extração de matérias-primas até o descarte dos resíduos, há a necessidade crescente de intervir no setor. Neste sentido, vários estudos surgem em busca de minimizar os efeitos negativos associados aos resíduos, de forma a promover um processo mais eficiente e sustentável, assim como sugere Nagalli (2014, p. 59):

A recente expansão do setor da construção civil brasileiro, aliada à nova concepção e consciência ambiental coletiva adquirida nas últimas décadas, possibilita que hoje se possa pensar na construção civil como um potencial agente de fomento à sustentabilidade. Sem dúvida, essa sustentabilidade só poderá ser alcançada se for dada a devida atenção à questão dos resíduos de construção.

Na dissertação de Delongui (2012, p. 22-23), o autor indica que para uma produção sustentável, num primeiro momento, deve-se evitar que os resíduos sejam gerados, ao aperfeiçoar projetos, pôr em prática técnicas construtivas mais eficientes e pelo reaproveitamento dos mesmos dentro da própria obra; ao mesmo tempo em que se investe na busca de soluções para o problema da disposição, como o fortalecimento do processo de reciclagem. Entende-se como reutilização, o emprego dos resíduos para algum uso equivalente e a reciclagem, como um processo de reaproveitamento após serem submetidos à transformação (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002, p. 1-2).

Tais resíduos da construção civil são provenientes de construções novas, reformas, demolições, preparação e escavação dos terrenos, e também são conhecidos como “entulhos” ou “caliça”. De acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

Especiais (ABRELPE, 2014, p. 83 e p. 38) foram gerados no Brasil mais de 122 t/dia de resíduos provenientes de processos construtivos em 2014 e segundo mesma fonte, menos de 58% tiveram a destinação adequada, em aterros sanitários.

Embora a gestão de resíduos da construção civil ainda seja um processo recente, tendo ênfase apenas com Resolução Conama nº 307¹ (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002), em vigor desde 2002, a questão vem ganhando destaque crescente em vários municípios brasileiros e é estimulada a integração entre empreendedores e órgãos públicos. Dessa forma, há um compartilhamento de recursos e responsabilidades, minimizando os dispêndios logísticos e financeiros. Nagalli (2014, p. 5), também enfatiza a gestão e o gerenciamento como solução sustentável aos RCD “Gestão é um processo amplo composto por políticas públicas, leis e regulamentos que balizam e direcionam a atuação dos agentes do setor. Já o gerenciamento se ocupa das atividades operacionais cotidianas e do trato direto dos resíduos.”.

Mediante o manejo consciente dos resíduos, haverá a diminuição dos impactos causados pelo uso indiscriminado de energia, matérias-primas de origem natural, evita a poluição de solos e de lençóis freáticos, o esgotamento de áreas de aterros, danos à saúde pública e gastos públicos desnecessários. Então, para serem combatidos tais problemas ambientais e urbanos decorrentes, vários quesitos devem ser atacados simultaneamente, assim como também destaca Blumenschein (2004, p. 79):

A ineficiência do sistema de fiscalização, a cultura vigente que aceita resíduos em lotes vazios, beira de córregos, ruas desertas, o uso para aterramento, entre outros; a falta de capacitação técnica dos municípios; a falta de recursos aliada à cultura dos municípios de que um sistema integrado de gestão de resíduos gera um alto custo; a falta de dados precisos com relação ao volume gerado; a falta de integração entre os órgãos municipais (responsáveis pelo meio ambiente, limpeza urbana, planejamento, entre outros) e a cultura “do eu falo sozinho” [...].

3.2 VARIABILIDADE E RECICLAGEM

Pouco a pouco, aumentam as pressões de legislações ambientais e é evidenciada a necessidade crescente de fontes alternativas de matérias-primas. No entanto, a grande heterogeneidade dos resíduos e consequente dificuldade de classificação tornam mais difícil o seu reaproveitamento. Segundo Nagalli (2014, p. 65-67), tal variabilidade é em função não somente ao local de geração desse resíduo – que pode suscitar variações composicionais em razão da oferta de materiais de

¹ Alterada pelas Resoluções nº 348/04 e nº 431/11

construção – mas também, à associação de diferentes processos construtivos, treinamento das equipes executoras, cronogramas de obra, entre outros.

“Quanto mais bem selecionados os resíduos, maiores serão as chances de produzir um agregado de qualidade.” (BLUMENSCHNEIN, 2004, p. 95). Assim, há a necessidade de normas de classificação que direcionem o manejo e a reutilização desse material, tal como salienta Nagalli (2014, p. 12-13):

Embora seja difundido que a calça seja passível de reaproveitamento, por causa de sua heterogeneidade composicional, nem sempre é o que ocorre, porque em meio à calça podem estar presentes materiais indesejáveis, tais como metais, plásticos, contaminantes etc., os quais, durante determinados tipos de beneficiamento (cominuição sem segregação prévia, por exemplo), podem acarretar problemas ou acidentes nos equipamentos mecânicos ou em materiais secundários de baixa qualidade. Assim, sempre que possível, é desejável que os resíduos que compõem a calça sejam segregados e classificados ainda na fonte.

Há diversos modos de classificação dos resíduos, levando em conta suas características de acondicionamento, estado físico, entre outros. Por norma, há a NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 3), que os classifica quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública: Classe I (perigosos, inflamáveis, tóxicos, reativos e corrosivos), Classe IIA (não-inertes, biodegradáveis, combustíveis e solúveis em água) e Classe IIB (inertes e os seus constituintes não solubilizam), bastante referenciada no meio industrial, por adotar critérios como inflamabilidade, corrosividade e toxicidade.

Já no âmbito da construção civil, são classificados pelo Conselho Nacional do meio ambiente, o Conama, que os divide em quatro classes, em função da composição e destinação. Segundo a Resolução Conama nº 307 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002, p. 2), podem ser absorvidos pela indústria da construção civil, os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos ou demolições que contenham materiais cerâmicos, cimentícios, pavimentos asfálticos, entre outros, que são classificados como Classe A, devendo ser evitada a presença de “contaminantes” das outras classes. “Estes resíduos, uma vez reciclados, podem ser utilizados na execução de bases e sub-bases de pavimentação, na confecção de blocos para vedação e agregado substituto da areia, dentre outros.” (BLUMENSCHNEIN, 2004, p. 94)

No entanto, para serem usados como agregados, de acordo com Damini (2007, p. 5-6), a fração mineral dos RCD ainda deve passar por um rígido processo seletivo. As etapas são descritas a seguir:

- a) triagem na chegada dos resíduos à central de reciclagem para separação de RCD minerais com predominância de materiais cinzas (elementos de origem cimentícia) ou vermelhos (elementos de origem cerâmica), [...];
- b) catação manual para retirada de elementos não-minerais e contaminantes dos montantes totais de RCD de origem mineral, cinzas ou vermelhos;
- c) britagem dos RCD por compressão (britador de mandíbula) ou impacto (britador de impacto), gerando agregados reciclados, [...];
- d) eventual retirada de resíduos metálicos dos agregados com separador magnético;
- e) peneiramento dos agregados gerados, que são divididos em faixas granulométricas [...].

Ainda de acordo com a Resolução Conama nº 307² (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002, p. 2-3), os demais resíduos de construção civil (Classes B, C e D), não são passíveis de reciclagem para a produção de agregados. Segundo ela, os de Classe B, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros e madeiras, são possíveis de serem absorvidos por processos de reciclagem por indústrias fora da construção civil; no entanto, os de Classe C e D são não recicláveis; o primeiro, por não haver tecnologias ou aplicações economicamente viáveis, já os de Classe D, que enquadram tintas, solventes, produtos radiológicos, entre outros, são considerados como “perigosos”.

3.3 RCD EM CAMADAS ESTRUTURAIS DE PAVIMENTO

Como foi visto anteriormente, em função da grande demanda de infraestrutura, abre-se espaço para o emprego de materiais alternativos, destacando sua utilização como agregados. Balbo (2007, p. 207) destaca o uso de RCD como material para camada de reforço, sub-base e base de pavimentos, bem como para concretos compactados com rolo. Entende-se por base e a camada subjacente a ela, a sub-base, como estruturas destinadas a absorver os esforços verticais devido aos veículos com carga.

A Associação Brasileira Para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (2015) destaca as vantagens do uso dos RCD em pavimentação na forma de brita corrida – diâmetro máximo de 63 mm – ou, em misturas do agregado reciclado com solo:

- a) é a forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia o que implica menor custo do processo;

² Alterada pelas Resoluções nº 348/04 e nº 431/11

- b) permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- c) economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- d) possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- e) maior eficiência do resíduo quando adicionado aos solos saprolíticos em relação a mesma adição feita com brita. Enquanto a adição de 20% de entulho reciclado ao solo saprolítico gera um aumento de 100% do CBR, nas adições de brita natural o aumento do CBR só é perceptível com dosagens a partir de 40%.

No entanto, para serem usados em pavimentação, os agregados – sejam naturais ou artificiais – devem possuir várias propriedades que garantam o seu bom desempenho e assim cumprir aos requisitos das normas de desempenho. “A utilização desses agregados artificiais na produção de bases granulares, concretos e de misturas asfálticas é condicionada ao atendimento das mesmas especificações básicas para os agregados naturais, além de outras exigências específicas.” (BALBO, 2007, p. 97).

Ou seja, o bom desempenho de um pavimento asfáltico depende da interação de agregados, ligantes asfálticos e produtos complementares, gerando estruturas duráveis em sua vida de serviço. Por isto, a necessidade de conhecer e selecionar as propriedades dos agregados que compõe as camadas estruturais do pavimento. Bernucci *et al.* (2008, p. 15) reforçam esta ideia:

O agregado escolhido para uma determinada utilização deve apresentar propriedades de modo a suportar tensões impostas na superfície do pavimento e também em seu interior. O desempenho das partículas de agregado é dependente da maneira como são produzidas, mantidas unidas e das condições sob as quais vão atuar. A escolha é feita em laboratório onde uma série de ensaios é utilizada para a predição do seu comportamento posterior quando em serviço.

Em 2004, a ABNT publicou uma norma para aplicação de agregados reciclados em pavimentos, a NBR 15115, a qual estabelece requisitos de materiais, equipamentos, forma de execução e controle. Segundo a NBR 15115 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 2-3), os pavimentos devem ser compostos por agregados de Classe A, com boa graduação, dimensão máxima característica de 63,5 mm, máximo de 30% em formas lamelares e os Índices de Suporte Califórnia (ISC) e expansão, de acordo com valores mínimos especificados

em função da camada de aplicação; os valores máximos admitidos de materiais indesejáveis, ou seja, de classes distintas, é de 2% a 3% em relação à massa total.

4 COMPORTAMENTO ESTRUTURAL E FUNCIONAL DE PAVIMENTOS

Um pavimento pode ser rígido ou flexível em função do revestimento, o primeiro composto de placas de concreto de cimento Portland e o segundo, por uma mistura de agregados e ligante asfáltico. O revestimento recebe diretamente as cargas e as transmite às demais camadas de forma que cheguem atenuadas no subleito garantindo que sejam mantidas as boas condições de trafegabilidade aos usuários. Caso não resista às cargas impostas, ocorrem os defeitos na pista, os quais impactam nas condições de segurança, conforto e baixos custos operacionais. Dessa forma, a seguir, são apresentados os objetivos de uma estrutura eficiente, os principais defeitos no revestimento e os ensaios laboratoriais usados para estimar o desempenho da estrutura frente a aplicação de cargas cíclicas e por fim, comenta-se como é usado o Everstress 5.0 para a previsão de desempenho de pavimentos.

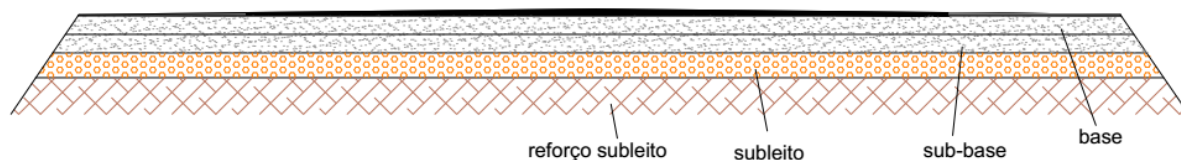
4.1 PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Um pavimento deve visar o bom desempenho em termos de custo operacional e manutenção ao longo do tempo, por isto, devem ser levadas em conta as imposições do tráfego e condições ambientais, ao mesmo tempo em que são atendidas condições de economia e disponibilidade de materiais (BALBO, 2007, p. 15-16). Um pavimento asfáltico, em geral, é composto por quatro camadas, sendo que uma ou mais podem ser suprimidas eventualmente, de acordo com capacidade de suporte do subleito, condições ambientais, rigidez e espessura das demais. Apresenta-se, na Figura 2, a esquematização de um pavimento-tipo.

Matuella (2014, p.31) destaca que, em geral, um pavimento flexível é composto por essas quatro camadas dimensionadas a partir do módulo de resiliência dos materiais que as compõem, valores que devem ser decrescentes do revestimento ao subleito, de forma que as tensões se dissipem entre todas as camadas, especialmente no revestimento e base. Segundo o mesmo autor, a camada de base tem função estrutural e de auxiliar na drenagem do pavimento, dessa forma, a granulometria não pode ser contínua. Quanto à sub-base, o autor aponta que tem a função de

reduzir a espessura da base, que em geral é constituída por um material mais nobre, auxiliar na drenagem e evitar a ascensão de finos das camadas inferiores.

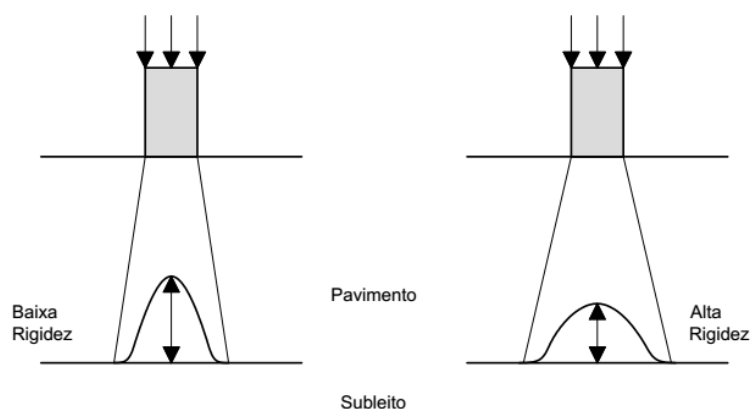
Figura 2 – Seção de um pavimento asfáltico



(fonte: elaborado pela autora)

Segundo Bernucci *et. al* (2008, p.15), um pavimento é a combinação de materiais e espessuras de forma que em conjunto resistam às demandas operacionais e estruturais impostas à via e as transmitam de fora acentuada ao subleito. Dessa forma, o bom desempenho de um pavimento depende do comportamento mecânico das camadas e da interação entre elas. “De maneira geral, os materiais de pavimentação compactados devem apresentar-se resistentes, pouco deformáveis e com permeabilidade compatível com sua função na estrutura”. (BERNUCCI *ET AL.*, 2008, p. 339). A Figura 3, apresenta a esquematização de uma carga de roda na superfície e a distribuição dessa tensão ao longo da estrutura com relação a sua capacidade de suporte.

Figura 3 – Resistência e distribuição dos esforços verticais produzidos pelo tráfego



(fonte: adaptado de notas de aula de Washington Péres Núñez da disciplina de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos)

4.2 DEFEITOS DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

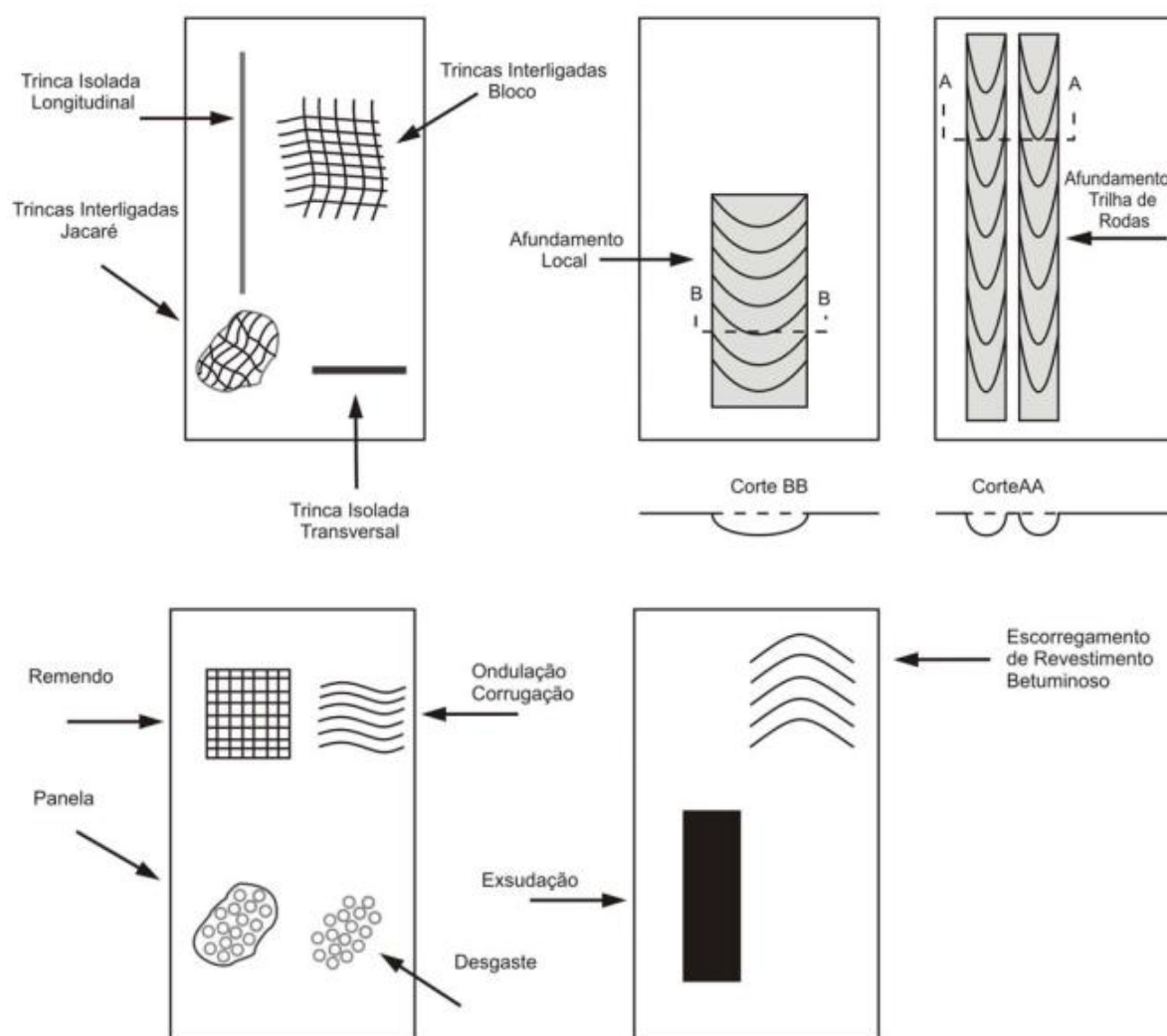
Sabe-se que a aplicação de cargas repetitivas causam tensões de compressão e tração. Estudiosos, como Francis Hveem, dizem que apenas meios contínuos trabalham por flexão, por isso os defeitos se manifestam especialmente no pavimento asfáltico, embora todas as camadas contribuam para o efeito. Sendo que os defeitos na superfície de rolamento têm impacto direto aos usuários, uma vez que afetam o conforto de trafegabilidade, aumentam o tempo de viagens e acarretam maiores custos operacionais, em função de maiores gastos com manutenção dos veículos, consumo de combustível e pneus, é preciso avançar no conhecimento das causas que os geram.

Para a classificação dos defeitos e padronização da linguagem, utiliza-se a norma DNIT 005 – TER (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2003): defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: terminologia. Segundo esta, são chamados de fendas qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, as perceptíveis ao olho a uma distância inferior a 1,5m são denominadas trincas e se for superior a isso, como aberturas. O trincamento progressivo do pavimento asfáltico ocorre por fadiga, uma vez que tais aberturas não são seladas, abre caminho para que a água entre na estrutura e, embora o pavimento tenha função drenante, ocorre o bombeamento de finos para a superfície e a consequente descompactação da base. Isto potencializa os efeitos das trincas e dá origem ao que é conhecido como Couro de Jacaré (J) ou Bloco (B), dependendo do padrão geométrico que formam quando em conjunto. Essas trincas interligadas, com o tempo, dão origem às Panelas ou Buracos (P), que são cavidades no revestimento, podendo ou não atingir camadas inferiores. Remendo (R), como é chamado outro defeito de superfície, é a substituição localizada da camada original como forma de reparo.

Outros defeitos destacados pela Norma são os afundamentos, que podem ser classificados em afundamento por consolidação (AC), que pode ser do tipo localizado (ALP) ou longitudinal nas trilhas de roda (ATP). Além destes, as ondulação ou corrugação (O), são deformações transversais ao eixo da pista. Ainda, os corregamentos (E) são deslocamentos do pavimento em relação a camada subjacente, formando fendas em forma de meia lua. Exudação (EX) é o extravasamento de ligante betuminoso através do revestimento causando manchas pretas. Por fim, o desgaste (D) é a aspereza superficial causada pelo desgaste progressivo do agregado. A figura 4 mostra cada um deles.

Esses defeitos visíveis na pista, de acordo com Bernucci et al. (2008, p. 414), podem aparecer precocemente, em função de erros de projetos e inadequação de materiais, ou no decorrer dos anos, em resposta ao tráfego e efeitos das intempéries. Segundo o autor, erros de projeto são devido às dificuldades em prever o tráfego real e os excessos de carga, ou ainda por erros no dimensionamento estrutural, especificações de acordo com materiais inexistentes no local da obra, obrigando substituições incorretas, entre outros; quanto aos erros por inadequações, destacam-se dosagens incorretas de materiais, estabilizantes (como cimento e cal) e nos teores de ligantes. O mesmo autor afirma ainda, que podem haver problemas relacionados à execução com espessuras menores que as previstas, problemas de compactação, pintura de ligação e imprimação, entre outros. A Figura 4 mostra a representação de alguns defeitos.

Figura 4 – Representação esquemática dos defeitos



(fonte: norma DNIT 005/2003, Anexo B, p.5)

4.3 ENSAIOS LABORATORIAIS

A NBR 15115 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) determina o controle tecnológico dos materiais para a utilização como agregados reciclados em pavimentos, por meio da granulometria, abrasão, absorção, massa específica e compactação, uma vez que tais propriedades estão diretamente ligadas à resistência que o material apresentará quando submetido ao tráfego. Alguns ensaios nesse material foram previamente realizados em Delongui (2016). Portanto, o objetivo principal desse estudo, é avançar na investigação do comportamento mecânico dos agregados mediante ensaios de Módulo de Resiliência e Resistência ao Cisalhamento, além da análise computacional de estruturas dimensionadas com esses resíduos.

4.3.1 Análise Granulométrica

É imprescindível a determinação da distribuição granulométrica para a caracterização e enquadramento dos materiais de acordo com normatizações, além disso, está relacionada a várias outras propriedades, assim como afirmam Bernucci *et al.* (2008, p. 121):

A distribuição granulométrica dos agregados é uma de suas principais características e efetivamente influi no comportamento dos revestimentos asfálticos. Em misturas asfálticas a distribuição granulométrica do agregado influencia quase todas as propriedades importantes incluindo rigidez, estabilidade, durabilidade, permeabilidade, trabalhabilidade, resistência à fadiga e à deformação permanente, resistência ao dano por umidade induzida etc.

Em laboratório, a determinação da granulometria é feita mediante o peneiramento e verificação da quantidade de material que fica retido em peneiras de malhas consecutivamente menores. O resultado é normalmente expresso por meio da curva granulométrica, cujo eixo das abscissas (em escala logarítmica) indica as dimensões das partículas ou as aberturas das peneiras e o das ordenadas, indica as porcentagens passantes acumuladas em cada peneira analisada. Esse ensaio é feito levando em conta as recomendações e procedimentos da DNER ME 083 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, 1998).

Com o desenho da curva do material é possível o comparar com faixas granulométricas dispostas em especificações, tal como a DNIT ME 141 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010). Essa norma, verifica a aplicabilidade do material ao designar seis faixas de materiais granulares que podem ser utilizados em camadas de base e sub-base de pavimentos em função do volume de tráfego, expressas na Figura 5 abaixo.

Ademais, NBR 15115 (ASOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 2), diz que deve ser assegurada uma distribuição granulométrica contínua e o respectivo Coeficiente de Uniformidade – relação entre os diâmetros que correspondem a 60% e 10% passantes na curva granulométrica – deve ser maior ou igual a 10.

Figura 5 – Especificações para material granular conforme volume de tráfego

Faixas Peneiras	N > 5x10 ⁶			N < 5x10 ⁶			Tolerância da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
	% em peso passante						
2"	100	100	–	–	–	–	+/- 7
1"	–	75 - 90	100	100	100	100	+/- 7
3/8"	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100	–	–	+/- 7
nº 4	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100	+/- 5
nº 10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100	+/- 5
nº 40	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70	+/- 2
nº 200	2 - 8	5 - 15	5 - 15	10 - 25	6 - 20	8 - 25	+/- 2

(fonte: DNIT 141/2010)

4.3.2 Compactação

Compactação é a operação de reduzir vazios do solo por meio de aplicação de energia mecânica aumentando, conseqüentemente, a resistência do conjunto. Segundo Pinto, 1991 (p.77 - 78), na compactação, a quantidade de água permanece constante e a densificação ocorre apenas pela retirada de vazios. O autor diz que quando se compacta com umidade baixa, o atrito das partículas é muito alto e não consegue uma redução grande de vazios e que o aumento da umidade causa a lubrificação, favorecendo um arranjo mais compacto; então, para um certo teor de umidade, a compactação não consegue mais expulsar os vazios, esse é o ponto da umidade ótima para uma energia aplicada e que conduz a uma massa específica seca ótima, ou seja, uma densidade seca máxima.

Em Leite (2007, p. 96), é descrito como as diferentes concentrações de materiais que compõem os agregados reciclados mistos têm influência na compactação. O autor diz que materiais cerâmicos, como telhas e tijolos, apresentam uma absorção muito elevada, comparados com brita; quanto mais material cerâmico, mais vazios terá o conjunto. A forma também tem influência na estabilidade do conjunto, como cita Leite (2007, p. 167), evidenciando a importância da determinação dos constituintes do agregado reciclado a ser utilizado:

[...] quanto maior a concentração de materiais cerâmicos, maior é a tendência do agregado reciclado em apresentar grãos com forma lamelar; quanto maior a concentração de materiais cimentícios, maior é a tendência do agregado reciclado em apresentar grãos com forma cúbica. Esta característica é essencial para entendimento do arranjo dos grãos e do volume de vazios que este material apresentará em campo, após a compactação.

Segundo Leite (2007, p. 56), “Quanto maior a energia de compactação empregada, menor será o valor do teor de umidade ótima e maior será o valor do peso específico aparente seco máximo.”. O ensaio laboratorial foi conduzido conforme a norma DNIT 164 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2013). Por Norma, o ensaio pode ser realizado com diferentes energias de compactação: normal, intermediária e modificada. Nesse trabalho, foi definido que os ensaios foram feitos empregando energia intermediária de compactação, ou seja 26 golpes por camada, pois fica dentro das imposições da NBR 15115 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 5), que especifica em que camadas de base e sub-base o agregado reciclado deve ser compactado, no mínimo, com energia intermediária.

Dessa forma, cada corpo de prova é moldado com diferentes umidades e assim, é possível traçar um gráfico, cujo eixo das abscissas indica os teores de umidade utilizados e o das ordenadas, os respectivos valores de pesos específicos aparentes secos. A curva de tendência que liga esses pontos terá forma de sino, e a umidade ótima é o ponto de máximo da mesma.

4.3.3 Módulo de resiliência

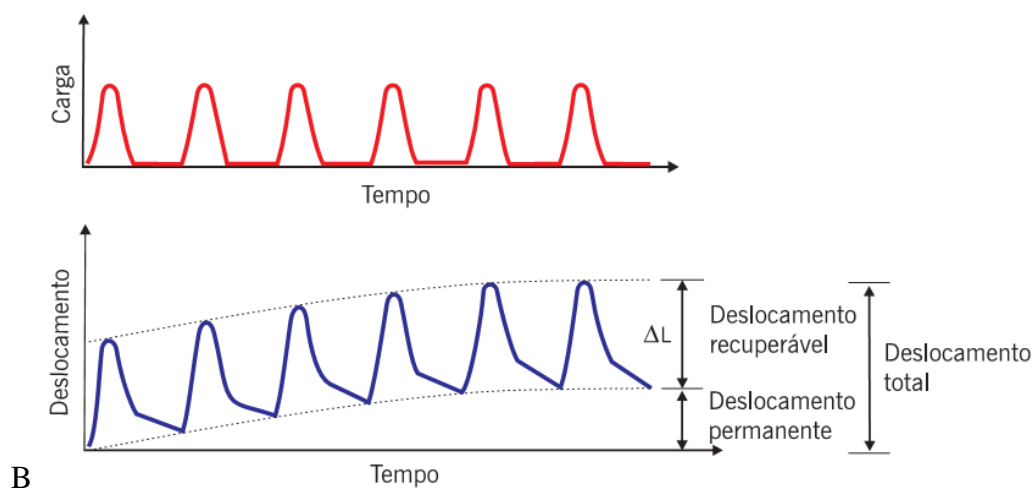
Solos e agregados quando solicitados por cargas cíclicas apresentam como resposta duas componentes: uma parcela elástica retornável (resiliente) e outra plástica (permanente). Segundo Bernucci *et al.* (2008, p. 291):

Os estudos sobre o comportamento resiliente dos materiais usados em pavimentação foram iniciados na década de 1930 com Francis Hveem, que foi o primeiro a relacionar as deformações recuperáveis (resiliência) com as fissuras surgidas nos revestimentos asfálticos. Foi ele também quem adotou o termo “resiliência”, que é definido classicamente como “energia armazenada num corpo deformado elasticamente, a qual é devolvida quando cessam as tensões causadoras das deformações.

Misturas asfálticas apresentam comportamento visco elástico, ou seja, têm deformações elásticas dependentes do tempo, ocorrendo uma parcela simultânea à aplicação de cargas e outra que é mobilizada ao longo do tempo; assim, essas deformações dependem da redução dos índices de

vazios mediante a compactação, bem como ao escorregamento dos materiais (BALBO, 2007, p. 275-276). Esse comportamento é representado na Figura 6 abaixo.

Figura 6 – Parcelas dos deslocamentos resilientes e permanentes



(fonte: Balbo, 2007, p. 297)

O módulo de resiliência é um dos parâmetros mais importantes na caracterização do comportamento mecânico de agregados, quando utilizados como camadas estrutural de pavimentos, sua determinação é baseada em ensaios triaxiais de carregamento repetitivo. Esse ensaio é padronizado pela DNIT ME 134 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010) e acontece pela aplicação de cargas repetitivas e de curta duração. O item 8.1 da norma fala sobre a aplicação do condicionamento, que são tensões iniciais elevadas para acumular deformações permanentes, nessa etapa não se medem deformações nem se calculam módulos. A segunda etapa, que compõe o item 8.2 da norma é sobre a determinação do módulo de resiliência em função de 18 pares de tensões de módulos crescentes. Destaca-se, que o ensaio não tem ruptura, mas um progressivo enfraquecimento da estrutura em função da aplicação dessas cargas.

A norma DNIT ME 134 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010) apresenta as equações o para o cálculo da deformação resiliente e o módulo de resiliência correspondentes às fórmulas 1 e 2. Os resultados dos ensaios triaxiais são representados em gráficos de escala logarítmica, com valores de MR calculados no eixo das ordenadas e nas abcissas, as pressões confinantes.

$$\varepsilon_r = \left(\frac{\Delta h_r}{H_0} \right)^{k_2} \quad (\text{fórmula 1})$$

$$Mr = \frac{\sigma_d}{\varepsilon_r} \quad (\text{fórmula 2})$$

Sendo:

Mr é o módulo de resiliência;

σ_d é a tensão de desvio;

ε_r é a deformação resiliente específica;

Δh_r é a variação da altura do corpo de prova em cada ciclo de carga;

H_0 é a altura inicial do corpo de prova.

Para representar o comportamento resiliente, são utilizados modelos que relacionam o módulo de resiliência com tensões atuantes. Entre os modelos de regressão, há o $Mr - \sigma_3$ (módulo em função da tensão confinante) e $Mr - \theta/P_{atm}$ (módulo em função do somatório das tensões principais).

O primeiro é representado pela fórmula 3. Este é o modelo com enfoque na norma que conduz o ensaio:

$$Mr = k_1 \cdot (\sigma_3)^{k_2} \quad (\text{fórmula 3})$$

Sendo:

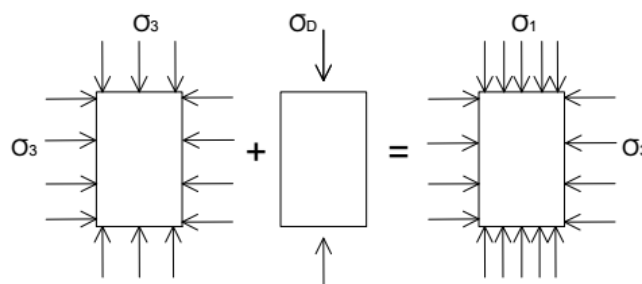
Mr é o módulo de resiliência

σ_3 é a tensão confinante;

k_1 e k_2 são parâmetros do modelo.

O segundo, mais conhecido por ser o utilizado pelo programa de análise Everstress, é representado pela Figura 7 e representado pelas fórmulas 4 a 9.

Figura 7 – Dedução do Método $Mr - \theta/P_{atm}$



(fonte: ilustração da autora)

$$Mr = k_1 \cdot \left(\frac{\theta}{P_{atm}} \right)^{k_2} \quad (\text{fórmula 4})$$

$$\theta = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 \quad (\text{fórmula 5})$$

$$\sigma_1 = \sigma_D + \sigma_3 \quad (\text{fórmula 6})$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 \quad (\text{fórmula 7})$$

$$\theta = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = (\sigma_D + \sigma_3) + \sigma_3 + \sigma_3 \quad (\text{fórmula 8})$$

$$\theta = \sigma_D + 3\sigma_3 \quad (\text{fórmula 9})$$

Sendo:

Mr é o módulo de resiliência;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ as tensões principal maior, intermediária e menor respectivamente;

σ_D a tensão desvio;

P_{atm} a pressão atmosférica (101,4 kPa; usada para modelo ficar adimensional);

k_1 é a declividade da reta;

k_2 é o valor do módulo quando $\theta = 1$.

4.3.4 Resistência ao cisalhamento

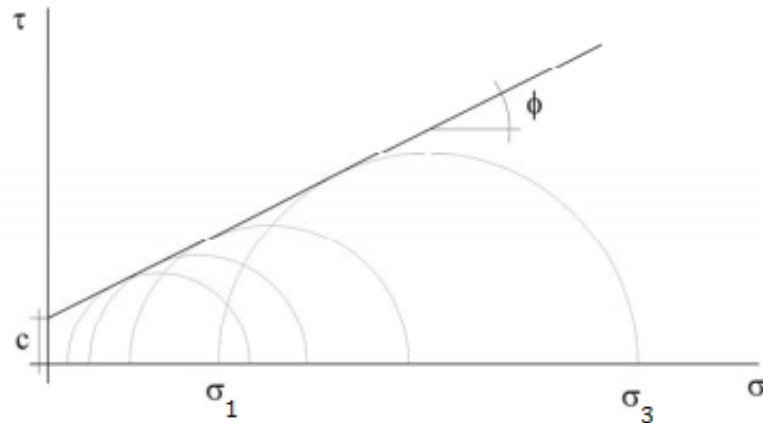
A propriedade dos solos em suportar cargas e conservar sua estabilidade depende da resistência ao cisalhamento do solo, toda massa de solo se rompe quando essa resistência é excedida. (CAPUTO, 1973, p.162). Malysz (2004, p.26) define resistência ao cisalhamento como a tensão cisalhante que ocorre no plano de ruptura no instante da ruptura. Em laboratório, esse ensaio segue as mesmas proposições do ensaio de módulo de resiliência e dessa forma, são usadas as mesmas tensões sugeridas pela DNIT-ME 134 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010).

Para o cálculo dos parâmetros da resistência ao cisalhamento é comumente utilizado o método de Mohr-Coulomb, que supõe que a resistência ao cisalhamento se compõe, basicamente, de coesão e atrito. Na Figura 8, estão as envoltórias de rupturas traçadas com os pares de tensão σ_1 e σ_3 correspondentes à ruptura das diversas amostras ensaiadas. Esses círculos são tangenciados pela reta de Coulomb ajustada pela Fórmula 10. E então, é possível determinar os parâmetros c' (intercepto coesivo efetivo) e Φ (ângulo de atrito interno efetivo). Pelas Equação 11 é determinada a tensão vertical de ruptura σ_{1f} .

$$\tau = c' + \sigma * \tan\Phi' \quad (\text{fórmula 10})$$

$$\sigma_{1,f} = \frac{(1+\text{sen}\Phi) * \sigma'_3 + 2c' \cos\Phi'}{(1-\text{sen}\Phi)} \quad (\text{fórmula 11})$$

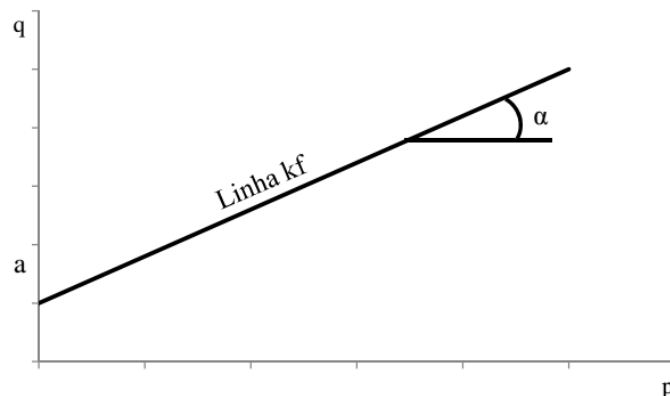
Figura 8 – Definição dos parâmetros de resistência ao cisalhamento de Mohr-Coulomb



(fonte: adaptado de MALYSZ, 2004, p.58)

Alternativamente a esse método, partir das tensões de ruptura em cada pressão de confinamento, podem ser definidas as envoltórias de ruptura em diagramas p x q de Lambe e Whitman (1969), como apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Diagrama p x q



(fonte: adaptado de LAMBE; WHITMAN, 1969, p. 141)

Do gráfico apresentado na Figura 9, são obtidos os parâmetros a e α e a curva ajustada é conhecida como k_f . “Quando são feitos vários ensaios em série, é mais usual utilizar a linha k_f , pois é mais fácil ajustar uma curva aos pontos do diagrama p - q correspondentes à ruptura do que tangenciar diversos Círculos de Mohr justapostos.” (DELONGUI, 2016, p.72). Os parâmetros p e q são calculados a partir das fórmulas 7 e 8:

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (\text{fórmula 7})$$

$$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (\text{fórmula 8})$$

Sendo:

q é a metade da tensão desvio;

p é a média das tensões principais;

σ_1 é a tensão vertical;

σ_3 é a tensão de confinamento.

4.4 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE PAVIMENTOS

A partir dos resultados obtidos nos ensaios laboratoriais, foi avaliado o comportamento de pavimentos com o auxílio do *software* Everstress 5.0 e de modelos de previsão de desempenho, o que se quer é buscar estruturas com comportamento satisfatório para um determinado número de carregamentos N .

4.4.1 Programa Everstress 5.0

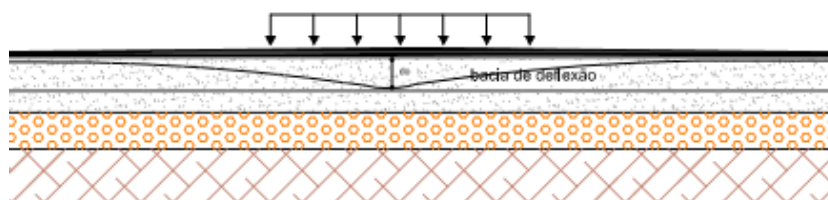
A retroanálise é um método de avaliação estrutural e de dimensionamento de um pavimento, que permite inferir os módulos de elasticidade das camadas do pavimento e subleito por interpretação das bacias de deformação. Entre as principais vantagens desse método destacadas por Bernucci *et al.* (2008, p. 454), estão a possibilidade de uso pleno da bacia deflectométrica e não a partir de valores individuais de deflexão máxima como nos métodos tradicionais e a obtenção dos módulos nas condições do campo.

Um dos *softwares* utilizados é o Everstress 5.0, desenvolvido pelo *Washington State Department of Transportation*. Segundo Estados Unidos (2005, p. 01), o *software* pode ser usado para estimar a tensão, deformação e deflexão dentro de um pavimento de camadas elásticas, sujeito a

cargas na superfície – tal como é mostrado na Figura 10 abaixo. O mesmo autor diz que o programa em estudo permite avaliar estruturas compostas por até cinco camadas, cujos pontos de inspeção são a base das estruturas asfálticas, a profundidade média das camadas não cimentadas e o topo do subleito. Devem ser fornecidos como dados de entrada, então:

- a) número de camadas de pavimento;
- b) espessura de cada camada do pavimento;
- c) coeficiente de Poisson;
- d) pressão de pneus;
- e) carga do eixo do caminhão;

Figura 10 – Esquema do método



(fonte: elaborado pela autora)

4.4.2 Modelos de previsão de comportamento

Na literatura, há vários modelos para estimar o comportamento e a vida útil de um pavimento. Nesse trabalho, serão considerados os modelos propostos pela *South African National Roads Agency Ltd.* (2013) para o dimensionamento quanto à fadiga da camada asfáltica, ao cisalhamento da camada granular e quanto aos afundamentos, representados pelas fórmulas 9, 10 e 11 respectivamente.

Por este modelo, as estradas são classificadas em categorias de acordo com a importância e o nível de serviço exigido, em quatro classes: A para *freeways* e estradas interurbanas e rurais de fluxo muito intenso, B para interurbanas e estradas rurais coletoras de fluxo intenso, C para estradas rurais de fluxo moderado e D para estradas de acesso rural com baixo nível de serviço. Dessa forma, foi dimensionado considerando Classe C.

$$N_f = 10^{\alpha \left(1 - \frac{\log \epsilon_t}{\beta}\right)} \quad (\text{fórmula 9})$$

Sendo:

N_f o número de carregamentos aplicados até o fim da vida de fadiga da camada asfáltica;

$\alpha = 16,93$ (Categoria C);

$\beta = 3,736$ (Categoria C);

ε_t a deformação horizontal na parte inferior da camada asfáltica.

$$N_{CCG} = 10^{(\alpha F + \beta)} \quad (\text{fórmula 10})$$

Sendo:

N_{CCG} o número de carregamentos aplicados até a ruptura por cisalhamento da camada granular;

$a = 2,605122$ (Categoria C);

$b = 3,983324$ (Categoria C);

F o coeficiente de tensões em função da c e Φ .

$$N_{PD} = 10^{(a - 10 \log \varepsilon_v)} \quad (\text{fórmula 11})$$

Sendo:

N_{PD} o número de carregamentos aplicados até a ruptura por deformação permanente;

$a = 33,47$ (categoria C);

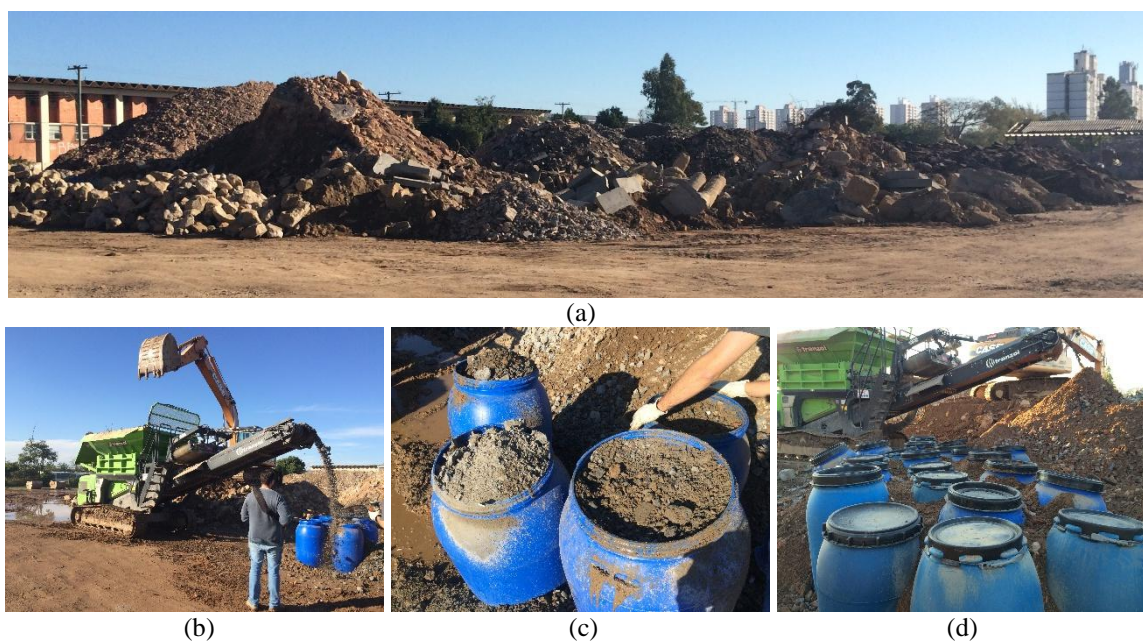
ε_v a deformação vertical na superfície.

5 PROGRAMA EXPERIMENTAL

5.1 COLETA DO MATERIAL

O material foi disponibilizado pela MOVE Transportes, empresa localizada na zona norte de Porto Alegre, que realiza a coleta, o transporte e o beneficiamento de entulhos provenientes de obras e reformas da cidade e região metropolitana. Os materiais são recolhidos separadamente em função de suas classes (A, B, C ou D) e outras empresas também podem descartar os resíduos na unidades, desde que sigam as normas de segregação de materiais.

Figura 11 – Coleta e acondicionamento do material: (a) estocagem do material em pilhas de acordo com a composição (b) processo de britagem (c) acondicionamento em tonéis (d) toneis são fechados e lacrados para posterior transporte



(fonte: fotos da autora)

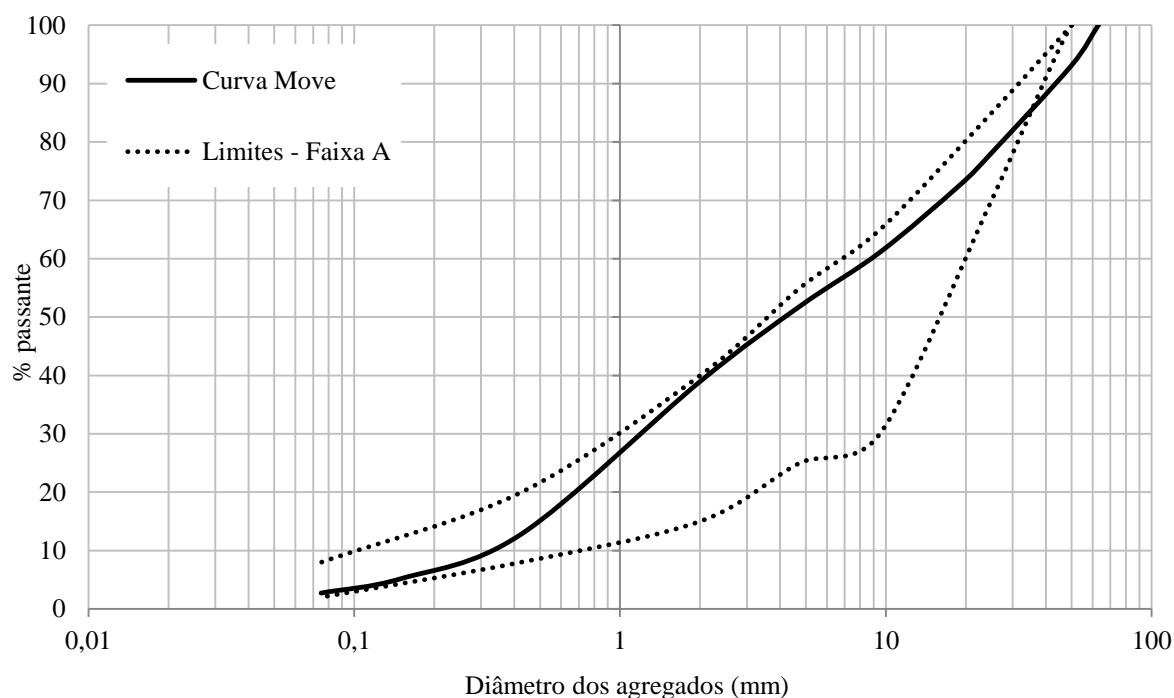
Os resíduos chegam e são armazenados em pilhas de material conforme sua composição predominante: RCD misto, de concreto ou de resíduos de revestimento asfáltico. Para a britagem, uma retroscavadeira pega o material da pilha e despeja no britador de mandíbula, que é controlado por um controle remoto. Acoplado na esteira transportadora do britador, há um separador magnético para a remoção de elementos metálicos. Os materiais britados caem

diretamente nos toneis para armazenamento – com o objetivo de garantir maior confiabilidade granulométrica. Então, os materiais são transportados para o LAPAV onde ficaram estocados. Isso é demonstrado na Figura 11.

5.2 ADEQUAÇÃO GRANULOMÉTRICA

O material tem a mesma procedência e foi coletado no mesmo dia do utilizado por Delongui (2016) Por isso, para o desenvolvimento do trabalho, foi usada a curva granulométrica previamente determinada. Na Figura 12 é apresentada a curva e os limites da faixa da DNIT 141 – ES (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010) que o material pode ser enquadrado.

Figura 12 – Distribuição granulométrica e limites faixa A



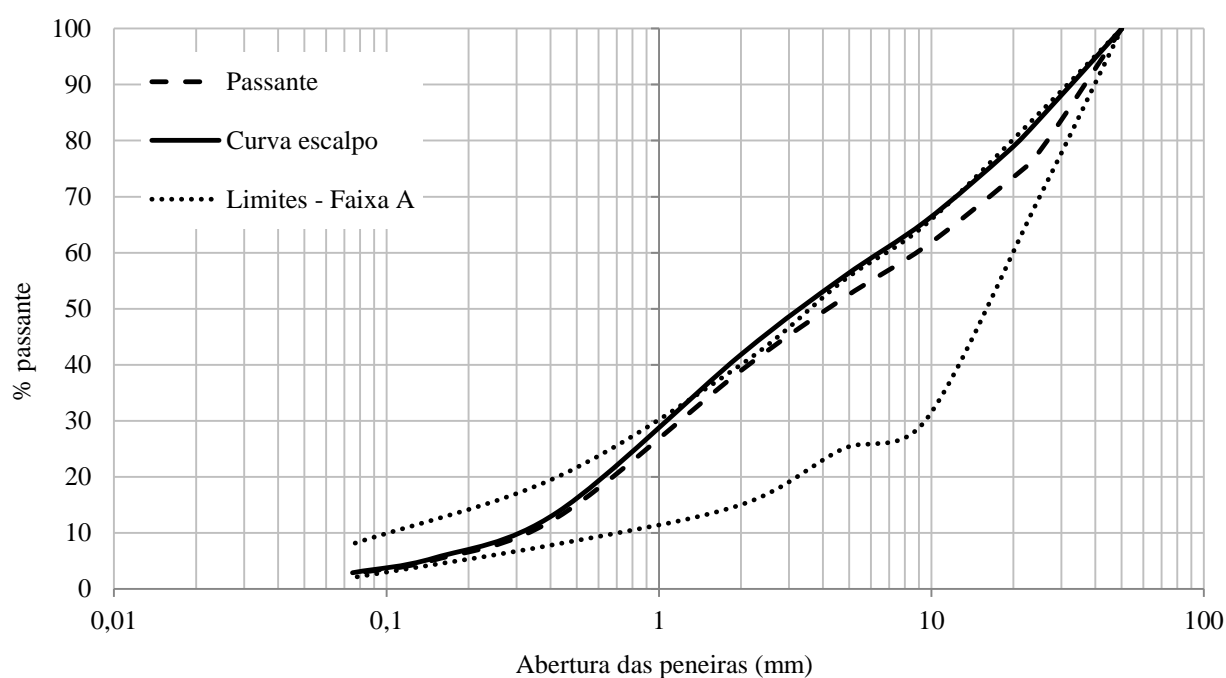
(fonte: adaptado de Delongui, 2016)

A curva granulométrica é densa, porém aberta e com insuficiência de finos. No entanto, o coeficiente de não uniformidade (CNU) de 27,3 satisfaz os limites da NBR 15116 (ABNT, 2004) para a utilização de agregados em camadas inferiores.

O material em estudo está dentro dos limites da Faixa A da norma DNIT141-ES (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010), que

é indicada para $N > 5 \times 10^6$. Entretanto, ele foi britado com diâmetro máximo de 64mm, por isso, parte da fração grosseira não se insere completamente dentro do limite superior estabelecido de 50mm (2"). Complementarmente, os ensaios de comportamento mecânico estabelecem que os agregados tenham tamanho máximo de 1/5 do diâmetro do corpo de prova. Devido a isso, foi feito o processo de escalpo da fração graúda, ou seja, a porcentagem retida na peneira 2" foi substituída pelo material retido na peneira 1" (25mm). A granulometria com escalpo está representada na Figura 13 e na Tabela 1.

Figura 13 - Curva granulométrica com escalpo



(fonte: adaptado de Delongui, 2016, p. 130)

Tabela 1 – Granulometria material (com escalpo)

Peneira	1"	3/4"	3/8"	nº 4	nº 10	nº 40	nº 100	nº 200	fundo
D (mm)	25	19	9,5	4,75	2	0,425	0,15	0,075	0
% passante	83,89	77,98	65,6	55,67	41,82	13,74	5,55	2,9	0

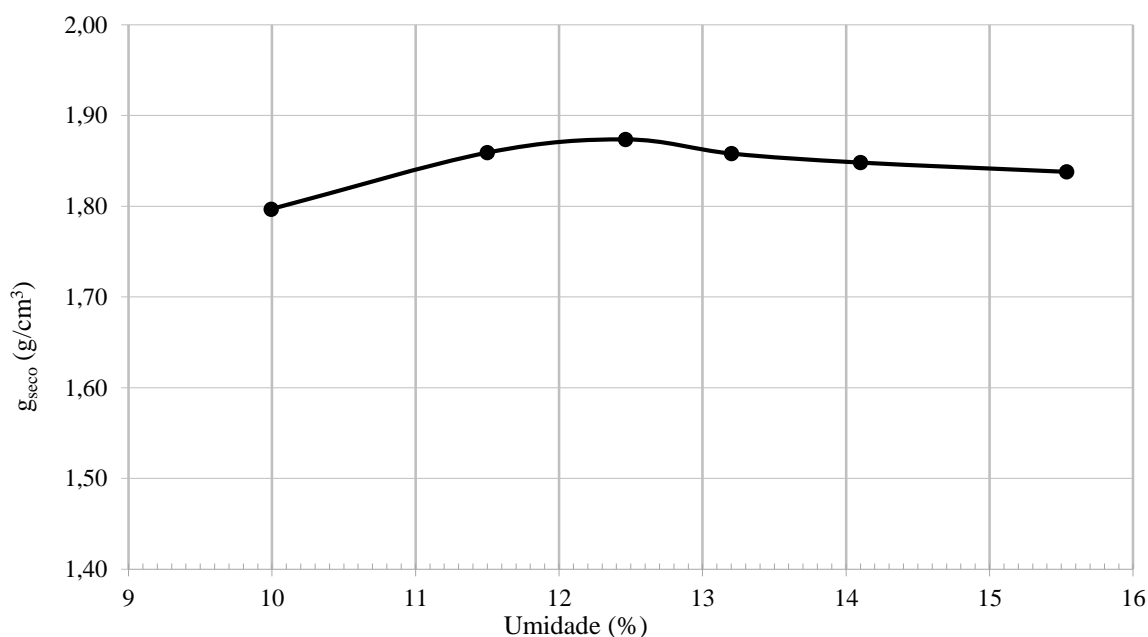
De acordo com Delongui, (2016, p. 129-130) após a adequação granulométrica, as distribuições não tiveram modificações da fração fina e os espaços deixados pelas partículas maiores a serem preenchidos pelos finos mantiveram a mesma proporção. O coeficiente de não uniformidade diminuiu para 20,3 que, segundo o mesmo autor, acarreta num aumento no índice de vazios após a compactação.

Delongui (2016) diz que os agregados reciclados tem alta abrasividade e são predispostos a quebrar durante o processo de compactação, por isso, para quantificar a fragmentação desse material em função de choques mecânicos, deve ser feito um novo ensaio de granulometria do material após a compactação

5.3 MÉTODO DE UMEDECIMENTO E A UMIDADE ÓTIMA

Na pesquisa de Delongui (2016), foram testadas umidades variando de 10% a 16% e três métodos distintos de umedecimento, simulando as condições frequentes que ocorrem em campo. O “Seco”, simulando estações secas, onde o material seco em estufa foi misturado com a água no momento do ensaio. O “Umedecimento 24h”, que analisa o material de clima úmido e com muita precipitação, que faz com que o material permaneça encharcado, então as amostras eram molhadas um dia antes da realização do ensaio, havendo assim a absorção de água. E, por último, o “Fração Grosseira Superfície Seca” (FGSS) que trata-se do umedecimento apenas da fração grosseiras pelo tempo de 24h e misturado com os finos no momento do ensaio, representando a situação típicas de locais de precipitação moderada e com altos índices de evaporação, em que após um período de chuva, o material é espalhado ainda úmido para ser compactado e os finos secam mais rapidamente em relação aos grosseiros.

Figura 14 – Curva de compactação com umedecimento 24h



(fonte: adaptado de Delongui, 2016, p.132)

O mesmo autor verifica que as amostras apresentam comportamento parecido independentemente do método de umedecimento, variando menos de 1%, o que tem variações mais significativas é a densidade máxima aparente seca. Por isso, o Delongui (2016, p. 131) afirma a partir dos resultados obtidos, que não depende do tipo de umedecimento e sim, do tipo de material e da energia aplicada. A curva a ser considerada para todos os ensaios da pesquisa será a de U24 por apresentar o maior peso específico aparente máximo, 1,88 g/cm³ e umidade ótima de 12,4%, apresentada na Figura 14.

5.4 VARIACÃO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO

Foram testados os GC de 91%, 94%, 97%, 100%, 103% e 106% para a verificação do melhor desempenho mecânico associado aos diferentes graus de compactação. O grau de compactação (GC) é calculado pela equação 12:

$$GC = \frac{100 \times \gamma_d}{\gamma_{m\acute{a}x}} \quad (\text{f\acute{o}rmula 12})$$

Sendo:

γ_d o peso específico aparente seco;

$\gamma_{m\acute{a}x}$ o peso específico de campo.

Sendo o valor de γ_d conhecido, retirado da curva de compactação (1,88 g/cm³), então se determina o $\gamma_{m\acute{a}x}$ para cada um dos GC. Dessa forma, é possível determinar a quantidade de material por camada, considerando que foi ensaiado num molde cilíndrico de 10x20 (1.570,8 cm³), ao multiplicar o $\gamma_{m\acute{a}x}$ pelo volume do cilindro.

5.5 PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

A Tabela 2 indica o peso úmido, que se calcula multiplicando o peso específico seco pela umidade ótima já conhecida de 12,4%. A Tabela 3 mostra a quantidade de material por corpo de prova, e a dosagem com 10% a mais, considerando eventuais desperdícios durante o processo. Cada corpo de prova é compactado em cinco camadas iguais. A Figura 15 apresenta o procedimento de preparação dos corpos de prova.

Tabela 2 - Dosagem dos CPs com diferentes graus de compactação

GC	0,91	0,94	0,97	1	1,03	1,06
$\gamma_{m\acute{a}x}$ (g/cm ³)	1,71	1,76	1,82	1,88	1,93	1,99
Peso (g)	2681	2769	2857	2946	3034	3122
1,1% peso	2949	3046	3143	3240	3337	3435

Tabela 3 – Moldagem dos CPs nos diferentes graus de compactação

γ_h (12,4%)	1,92	1,98	2,04	2,11	2,17	2,23
peso (g)	3013	3112	3211	3310	3410	3509
peso por camada (g)	603	622	642	662	682	702

Figura 15 – Preparação do material: (a) dosagem dos corpos de prova (b) após umedecidos, amostras armazenas em caixa de isopor vedada para evitar a perda da umidade



(fonte: fotos da autora)

5.5 ENSAIO DE MÓDULO DE RESILIÊNCIA

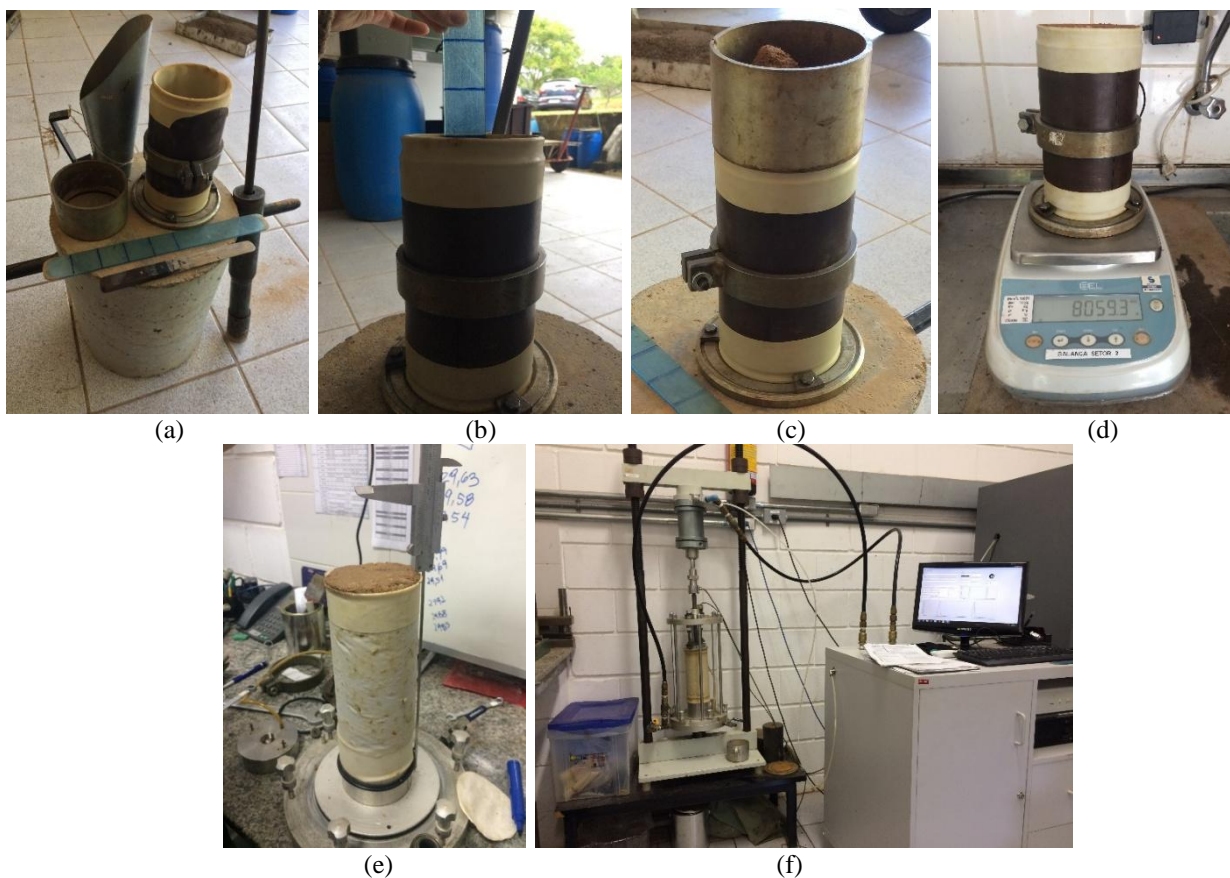
Foram ensaiados 3 corpos de prova para cada um dos GC (91%, 94%, 97%, 100%, 103% e 106%) totalizando 18 ensaios, que foram realizados no LAPAV. Após a moldagem, cada corpo de prova foi inserido na câmara triaxial, que foi lacrada e verificadas as conexões elétricas e mecânicas.

A DNIT 134 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010), norma que comanda o ensaio, indica que, primeiramente, seja aplicado o condicionamento, com a finalidade de eliminar grandes deformações permanentes que ocorrem

nas primeiras aplicações de tensão de desvio, nessa fase, o corpo de prova é carregado com cargas verticais crescentes de duração de 0,1 s aplicadas com frequência de 1 Hz e tem 600 ciclos de duração. Após essa fase, é então iniciado o procedimento para determinação do módulo de resiliência, com 4200 ciclos e a aplicação dos 18 pares de tensão da mesma norma.

O equipamento do LAPAV conta com um transdutor de deslocamento LVDT (*Linear Variable Differential Transducer*) que registra as informações, que podem ser visualizados pelo *software* HP-VEE, o qual também calcula os módulo de resiliência para cada estado de tensão. Para cada um dos estados de tensão, são aplicados 200 ciclos de carga para cada estado de tensão e a leitura é a média dos cinco últimos pulsos de carga. O procedimento de ensaio é demonstrado na Figura 16.

Figura 16 – Procedimento de ensaio de módulo de resiliência: a) equipamento utilizados para a compactação do corpo de prova – molde metálico, membrana de látex, régua, espátulas e soquete b) régua subdividida em cinco vezes de 4cm c) anel complementar nas últimas duas camadas d) determinar o peso do conjunto molde e material e) determinar a altura do CP compactado e) câmera triaxial para a realização do ensaio



(fonte: fotos da autora)

5.6 ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

No trabalho, o ensaio foi realizado na modalidade drenado. Foram ensaiados três corpos de prova para cada GC (91%, 94%, 97%, 100%, 103% e 106%), o primeiro na tensão confinante de 25 kPa, o segundo em 50 kPa e o terceiro em 100 kPa, ficando dentro dos limites da DNIT – ME 134 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010) que sugere pressões confinantes para camadas de base e sub-base entre 20,7 e 137,9 kPa. Os ensaios foram realizados no Lageotec, com a utilização da prensa da marca *Wykehan Farrance Int.*, com capacidade de 50 KN e a velocidade de deslocamento escolhida foi de 6mm/min, por ser a mesma adotada na pesquisa de Delongui (2016). A Figura 17 apresenta o procedimento.

Figura 17 – Procedimento de ensaio de cisalhamento: a) equipamento utilizados para a compactação do corpo de prova – molde metálico, membrana de látex, régua, espátulas e soquete b) corpo de prova compactado c) determinação do peso do conjunto molde e material d) colocação da segunda membrana e) posicionamento do corpo de prova no equipamento de ensaio f) câmera triaxial para a realização do ensaio



(fonte: fotos da autora)

Os corpos de prova foram moldados e colocados na câmara triaxial. Posicionou-se a célula de carga e o transdutor de deslocamento e então, a tensão confinante é aplicada. Após a tensão de confinamento, o ensaio começa com a aplicação do carregamento vertical (conhecido como tensão de desvio) de módulo crescente causando deformações até a ruptura do corpo de prova. A partir das tensões de ruptura em cada pressão de confinamento foram definidas as envoltórias de ruptura em diagramas $p \times q$.

6 AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 MÓDULO DE RESILIÊNCIA

Os ensaios foram realizados conforme descrito no item 5.5. Nas Figuras 18 a 29, a seguir, são apresentados gráficos do comportamento resiliente dos RCD seguindo o modelo indicado para materiais granulares pela DNIT – ME 134 (DNIT, 2010), $Mr - \sigma_3$, e com o utilizado em programas de análise mecânica, $Mr - \theta/P_{atm}$. Para cada GC em estudo, o comportamento é resultante da média de três amostras ensaiadas. Na Tabela 4, são resumidos os parâmetros de K1, K2 e R^2 obtidos com os diferentes GC para cada um dos dois modelos. E, após isso, os resultados de módulos de resiliência foram normalizados a fim de traçar um gráfico para estimativa do comportamento desse material em função do GC.

Tabela 4 – Parâmetros dos modelos $Mr - \sigma_3$ e $Mr - \theta/P_{atm}$ para os ensaios de módulo de resiliência realizados variando o GC

Amostra	$Mr - \sigma_3$			$Mr - \theta/P_{atm}$		
	K1	K2	R^2	K1	K2	R^2
AM 91%	665	0,73	0,96	40	0,71	0,97
AM 94%	1532	0,80	0,97	71	0,77	0,97
AM 97%	1363	0,69	0,97	98	0,65	0,93
AM 100%	3199	0,91	0,98	96	0,87	0,96
AM 103%	1917	0,85	0,97	71	0,82	0,97
AM 106%	765	0,64	0,94	65	0,62	0,96

Figura 18 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 91%,
segundo o modelo $M_r - \sigma_3$

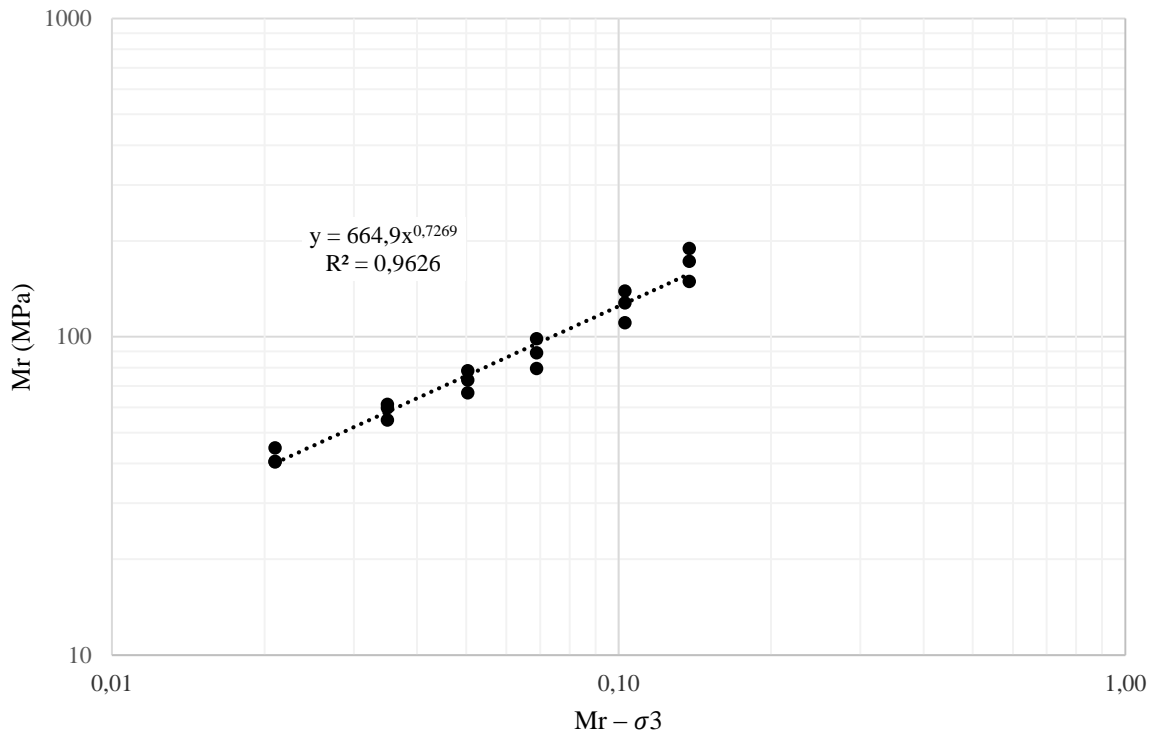


Figura 19 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 91%,
segundo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$

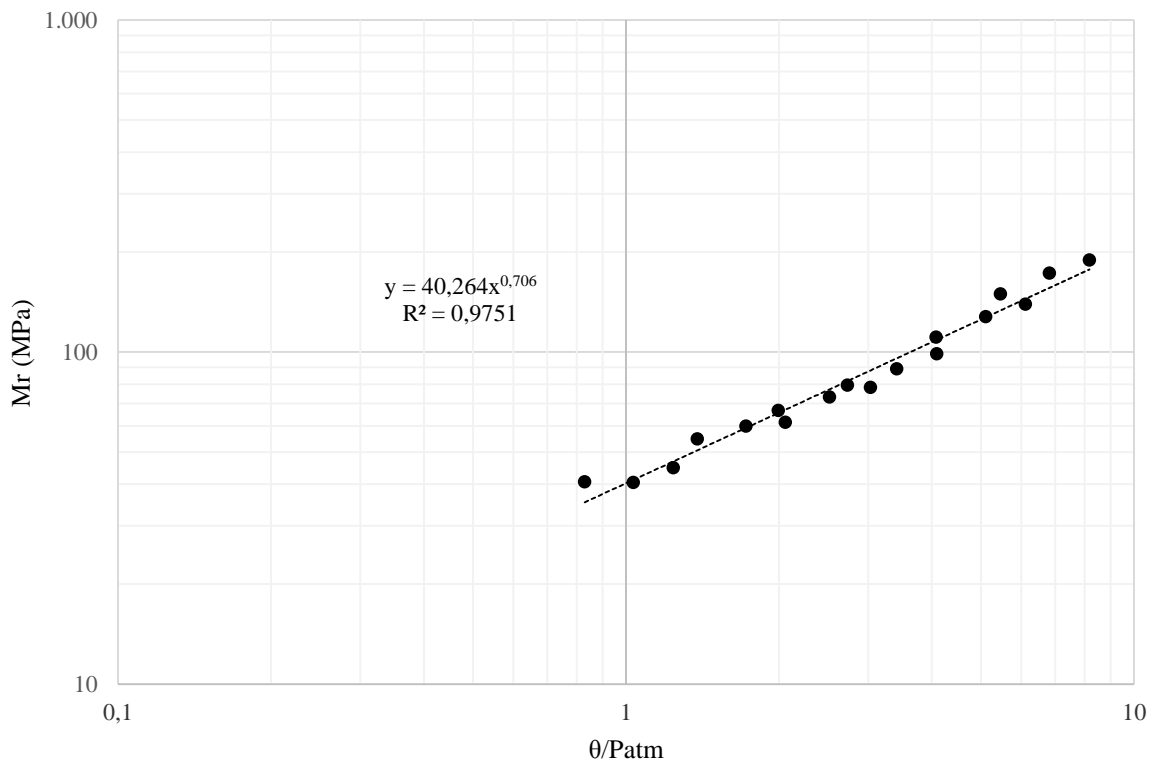


Figura 20 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 94%,
segundo o modelo $M_r - \sigma_3$

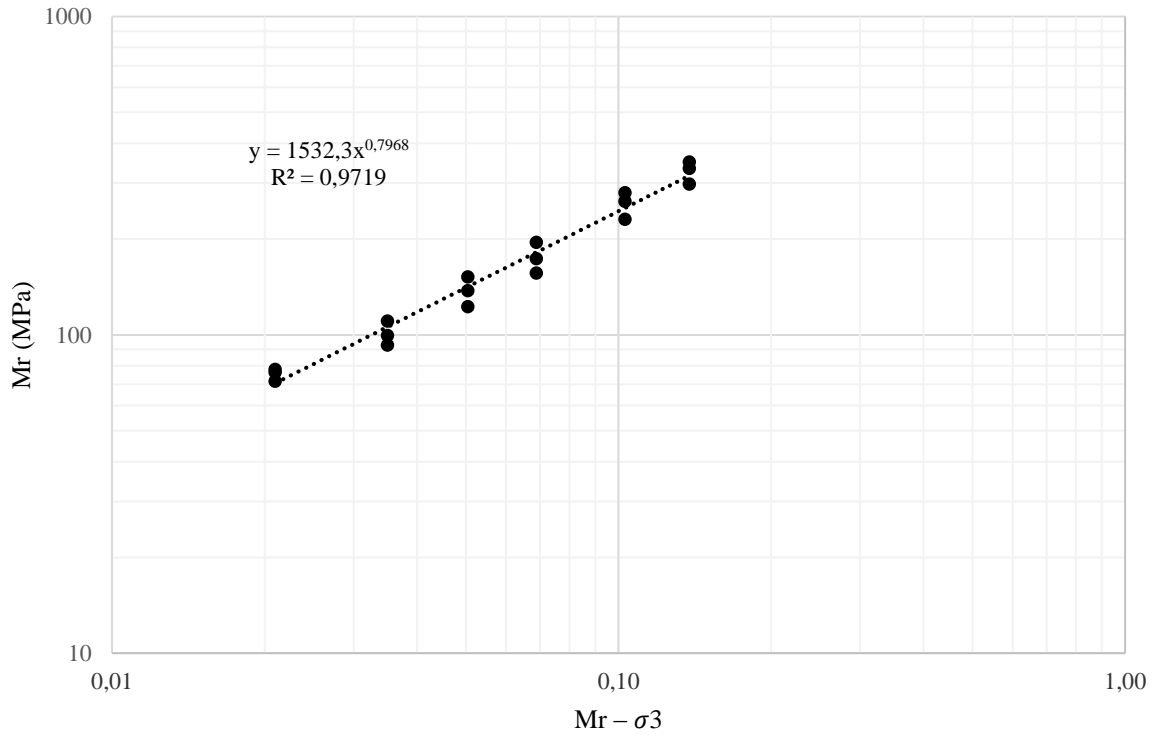


Figura 21 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 94%,
segundo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$

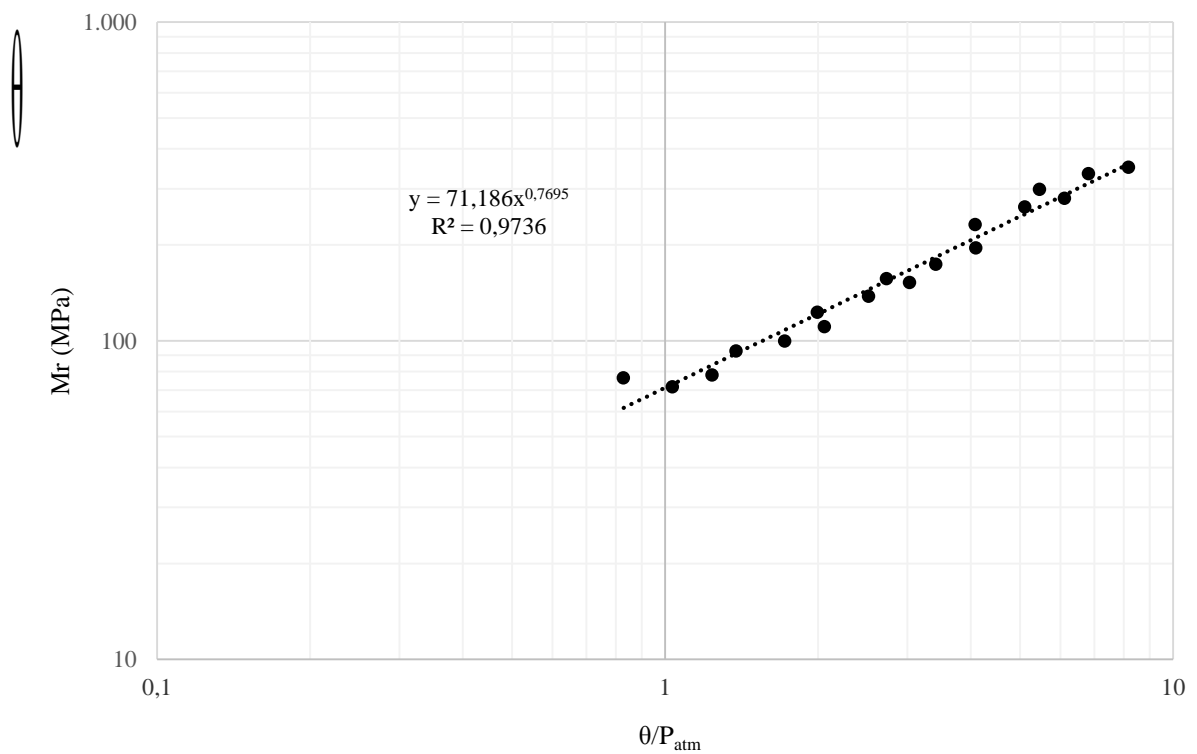


Figura 22 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 97%,
segundo o modelo $Mr - \sigma_3$

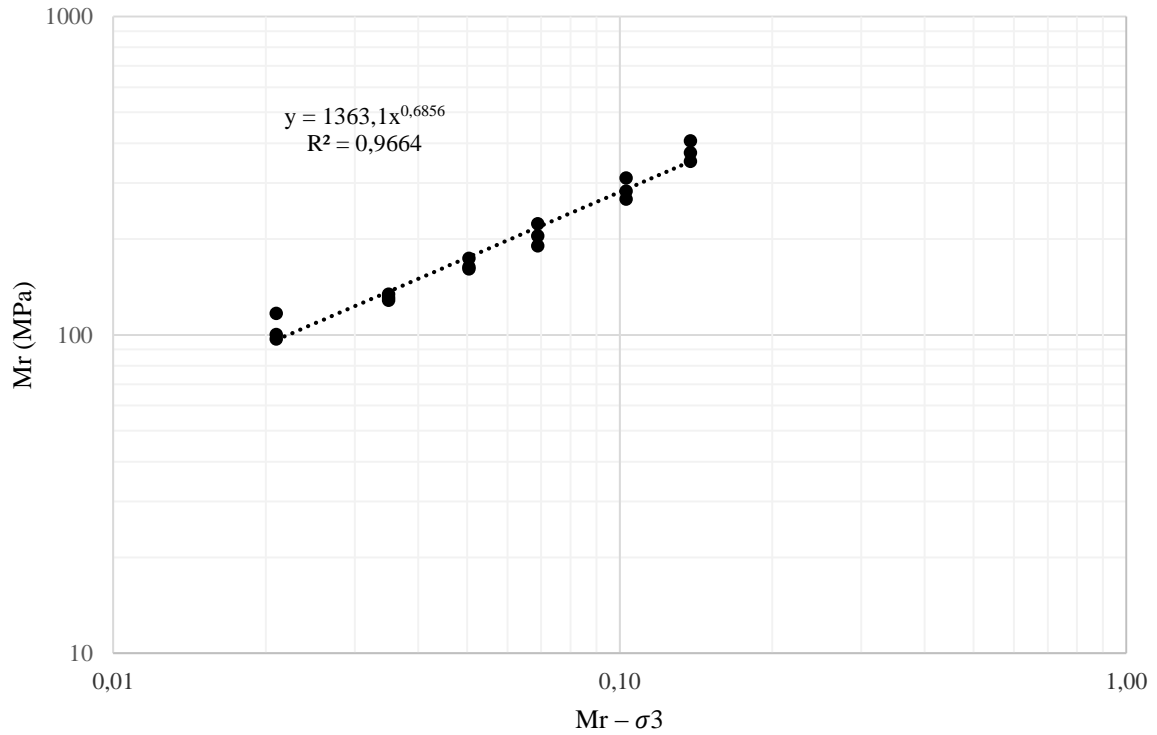


Figura 23 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 97%,
segundo o modelo $Mr - \theta/P_{atm}$

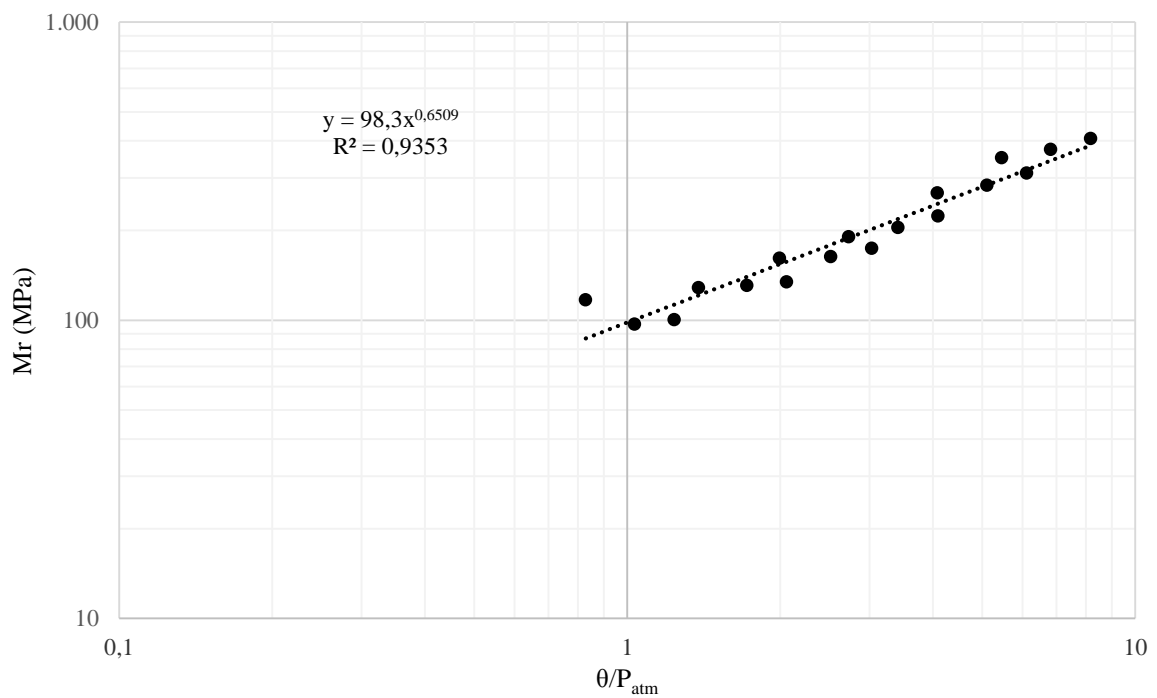


Figura 24 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 100%,
segundo o modelo $Mr - \sigma_3$

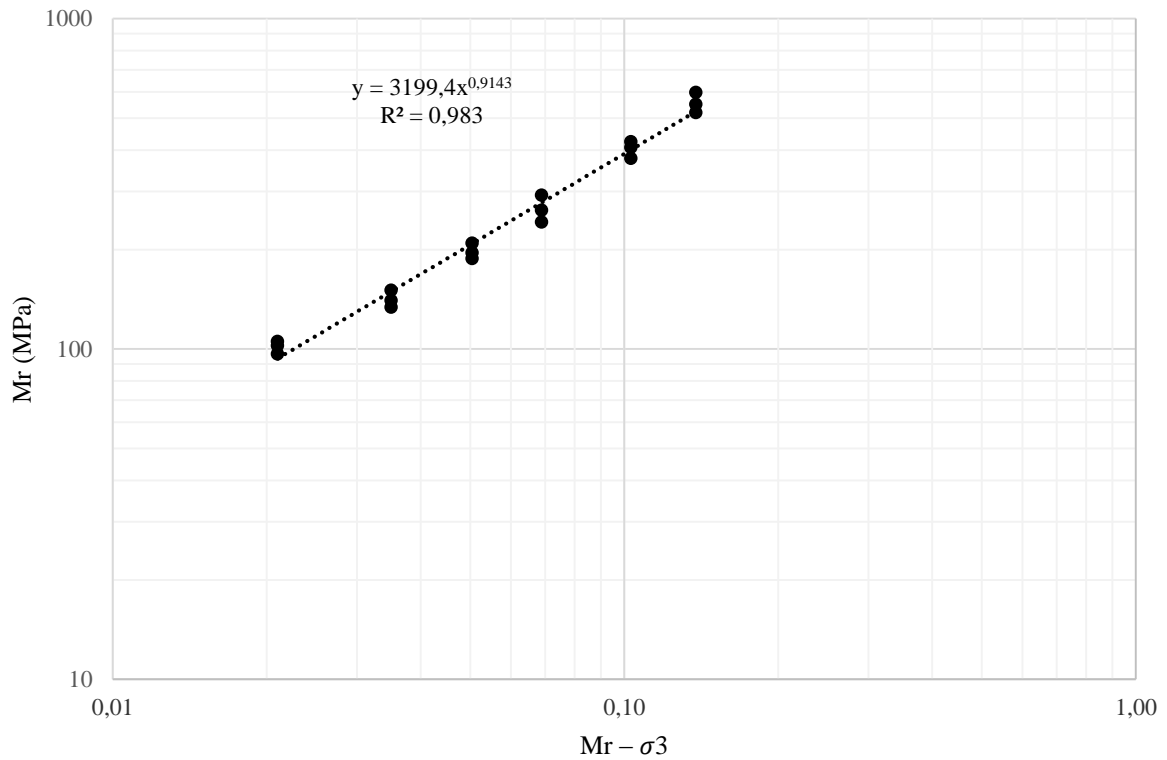


Figura 25 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 100%,
segundo o modelo $Mr - \theta/P_{atm}$

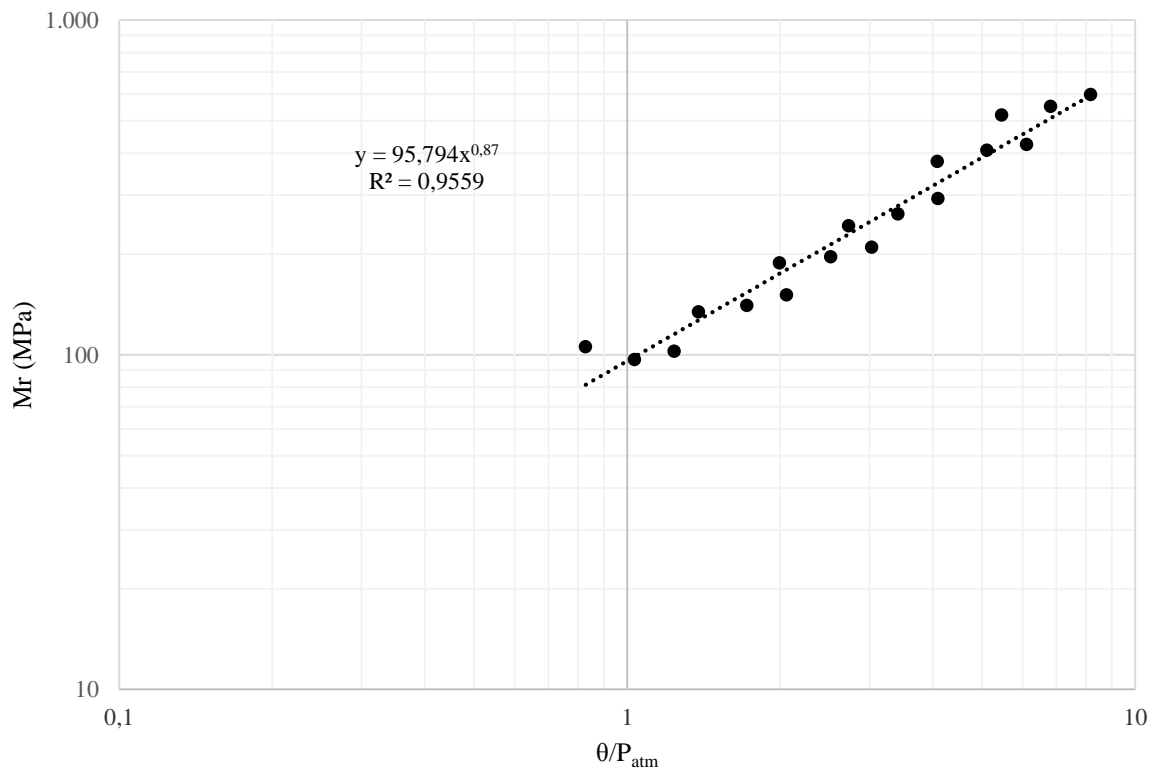


Figura 26 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 103%,
segundo o modelo $M_r - \sigma_3$

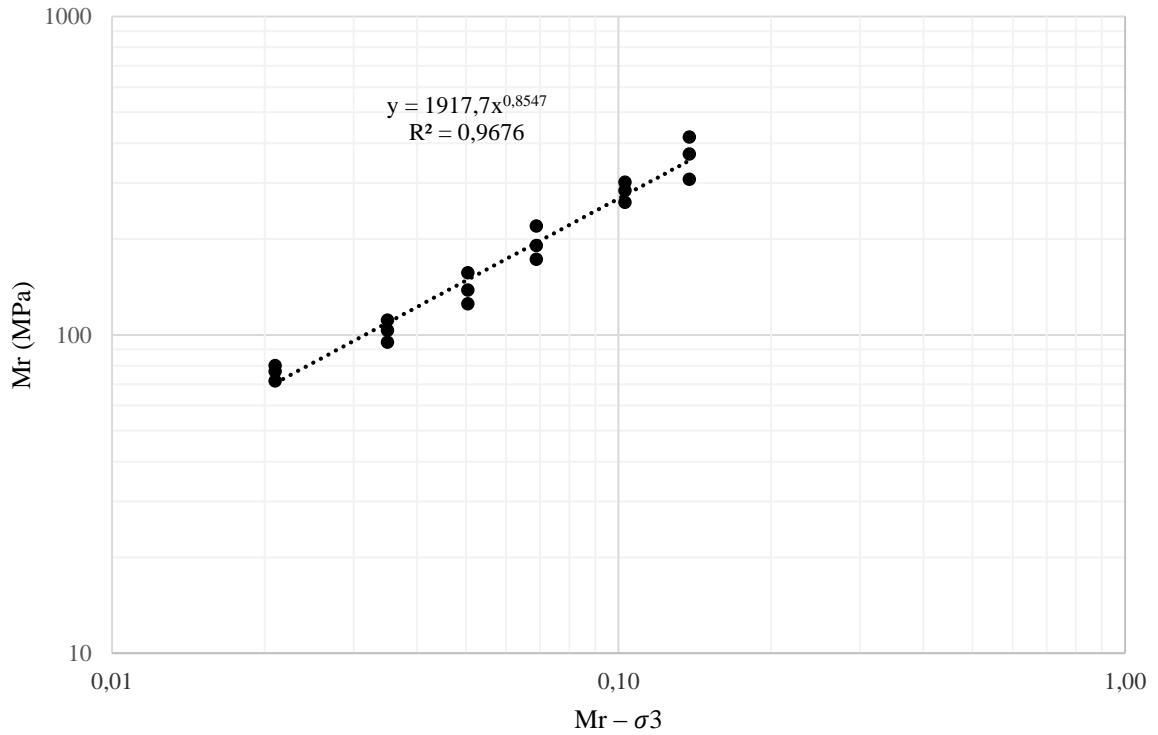


Figura 27 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 103%,
segundo o modelo $M_r - \theta/P_{atm}$

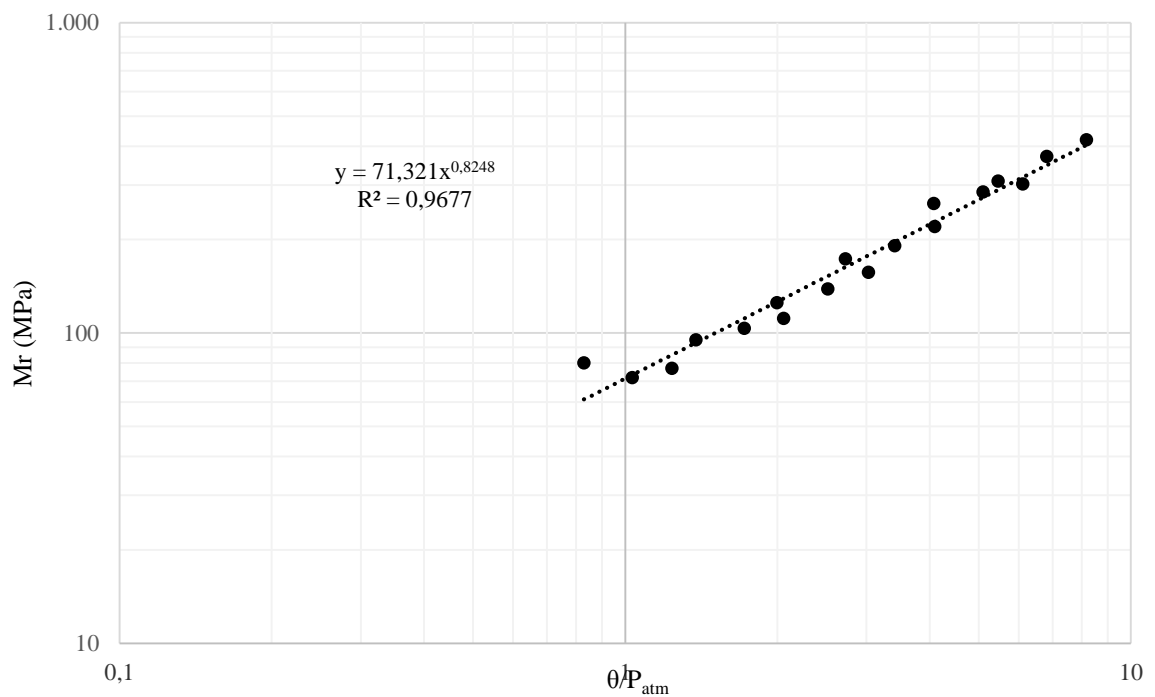


Figura 28 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 106%,
segundo o modelo $Mr - \sigma_3$

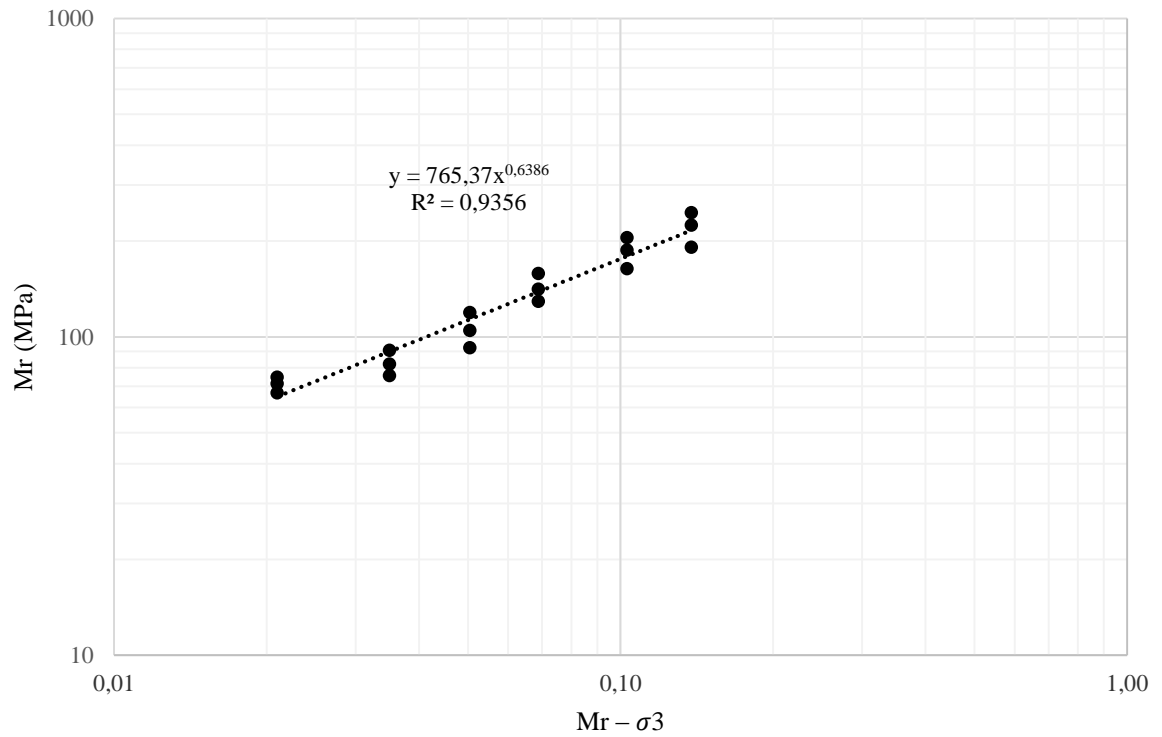
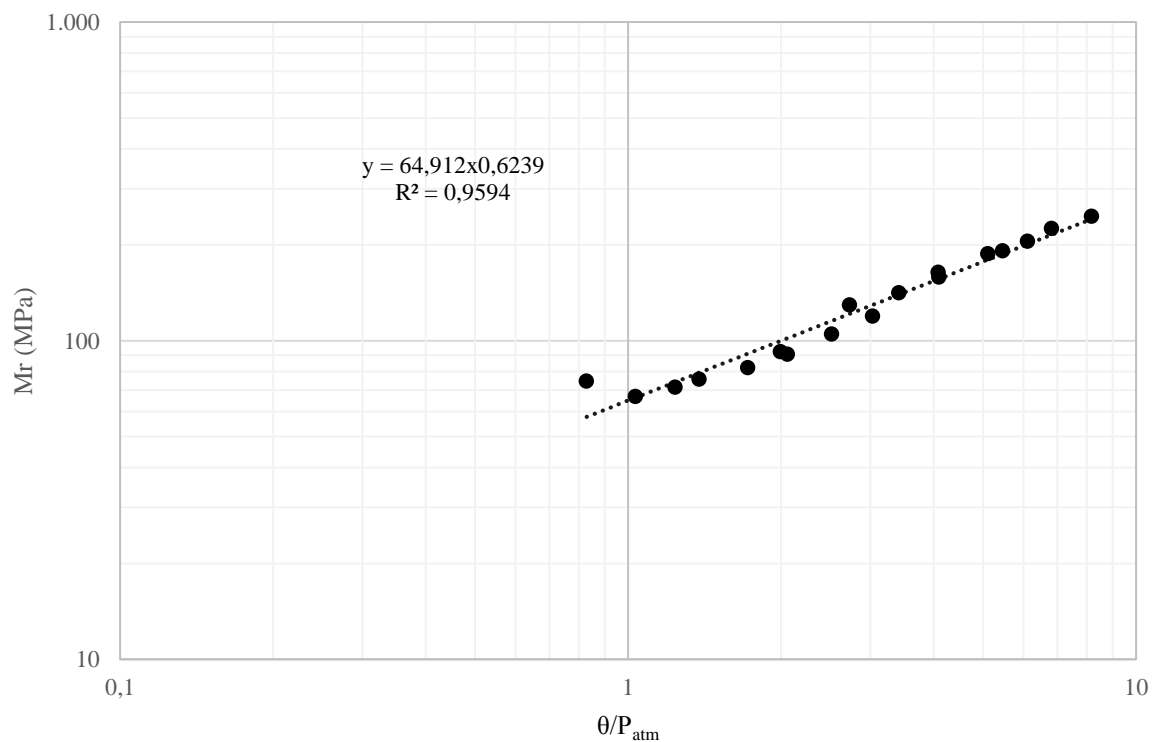


Figura 29 – Comportamento resiliente da média das amostras com GC de 106%,
segundo o modelo $Mr - \theta/P_{atm}$



Buscando uma análise visual mais favorável à compreensão da influência do grau de compactação, os resultados dos ensaios são apresentados todos no mesmo gráfico. Assim, a Figura 30, apresenta os comportamentos segundo o modelo $Mr - \sigma_3$ de todas as composições analisadas e a Figura 31, segundo o modelo $Mr - \theta/P_{atm}$.

Figura 30 – Comparativo entre resultados do ensaio de módulo de resiliência para diferentes GC pelo método $Mr - \sigma_3$

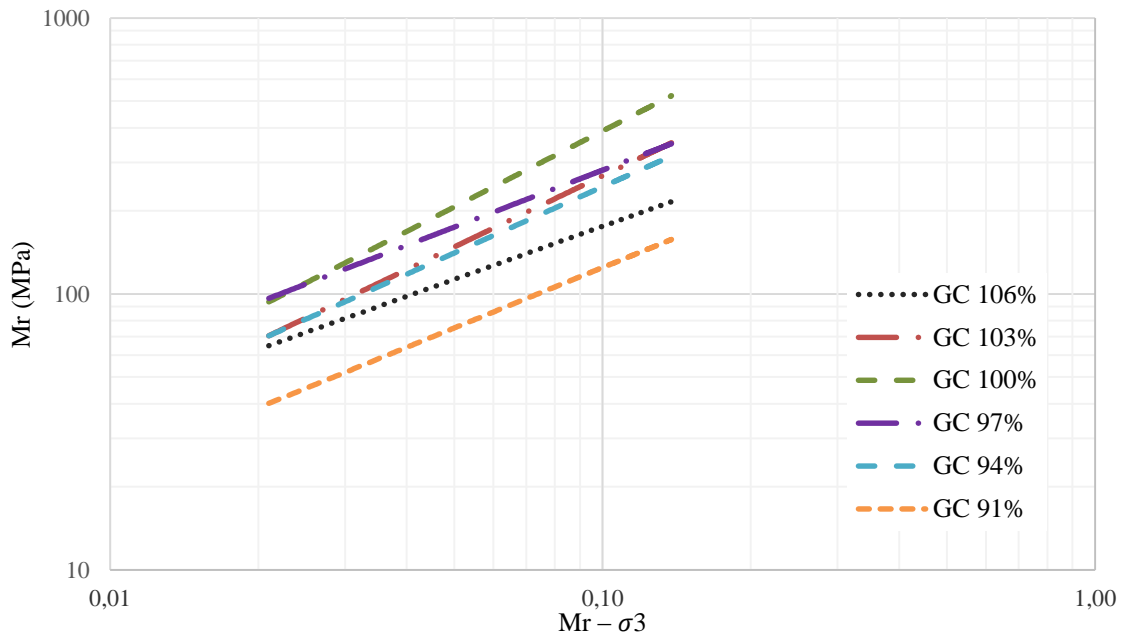
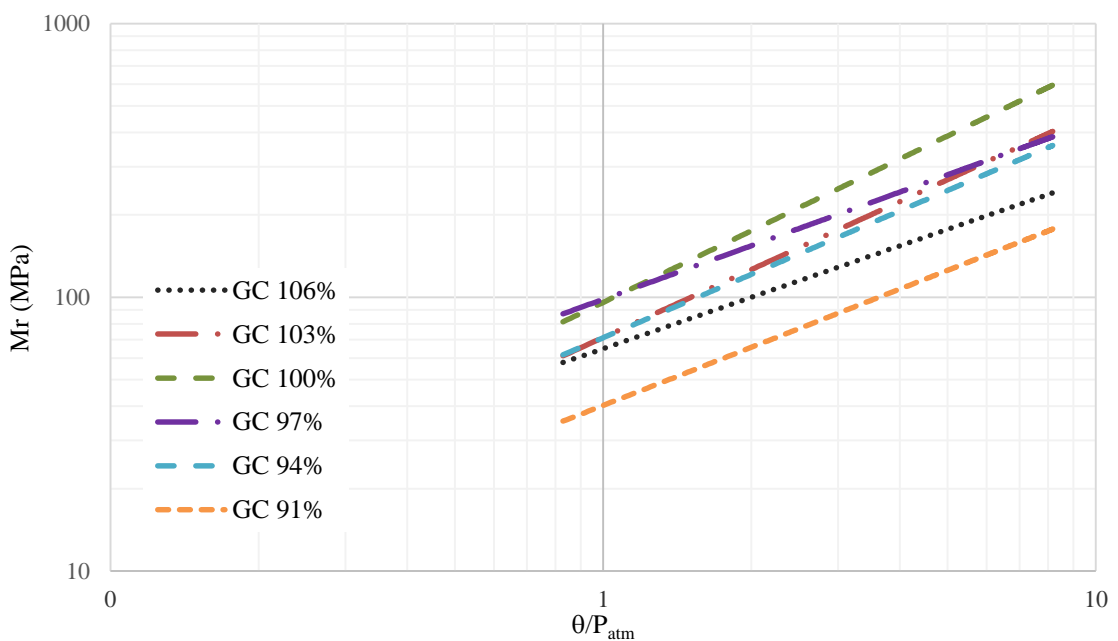


Figura 31 – comparativo entre resultados do ensaio de módulo de resiliência para diferentes GC pelo método θ/P_{atm}



Buscando uma estimativa do comportamento resiliente do material de acordo com o GC, foi feito um gráfico normalizado. Então, cada ponto da curva foi obtido pela média de todos os MR obtidos para cada um dos 18 pares de tensão. Relembrando, que para cada GC foi considerado a média do resultado de três ensaios. São mostrados nas Figuras 32 e 33.

Figura 32 – Estimativa do comportamento do módulo de resiliência de acordo com o GC pelo método $Mr - \sigma_3$

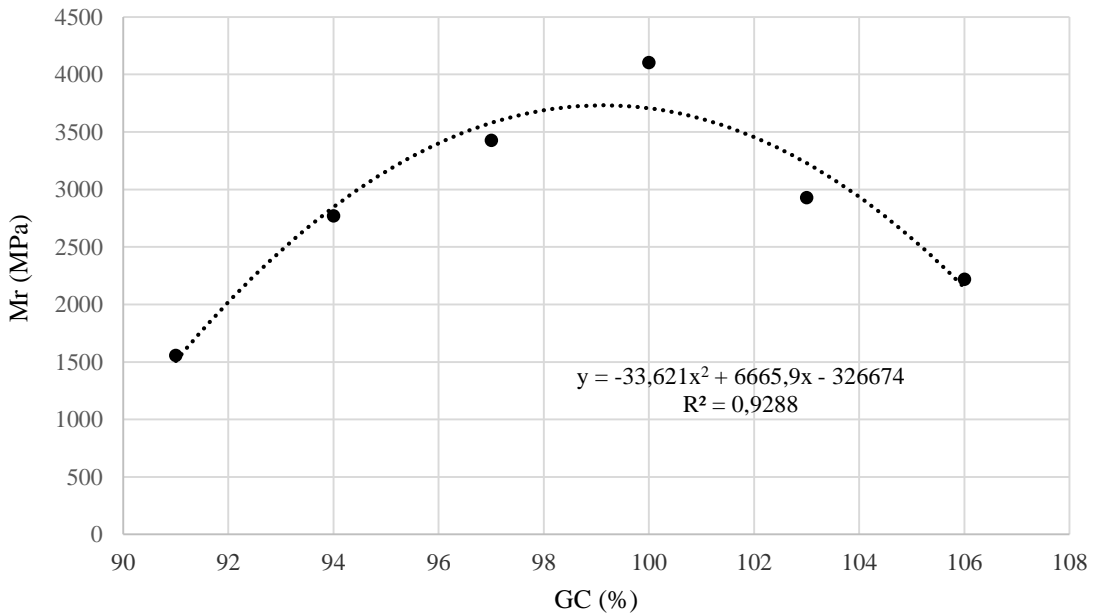
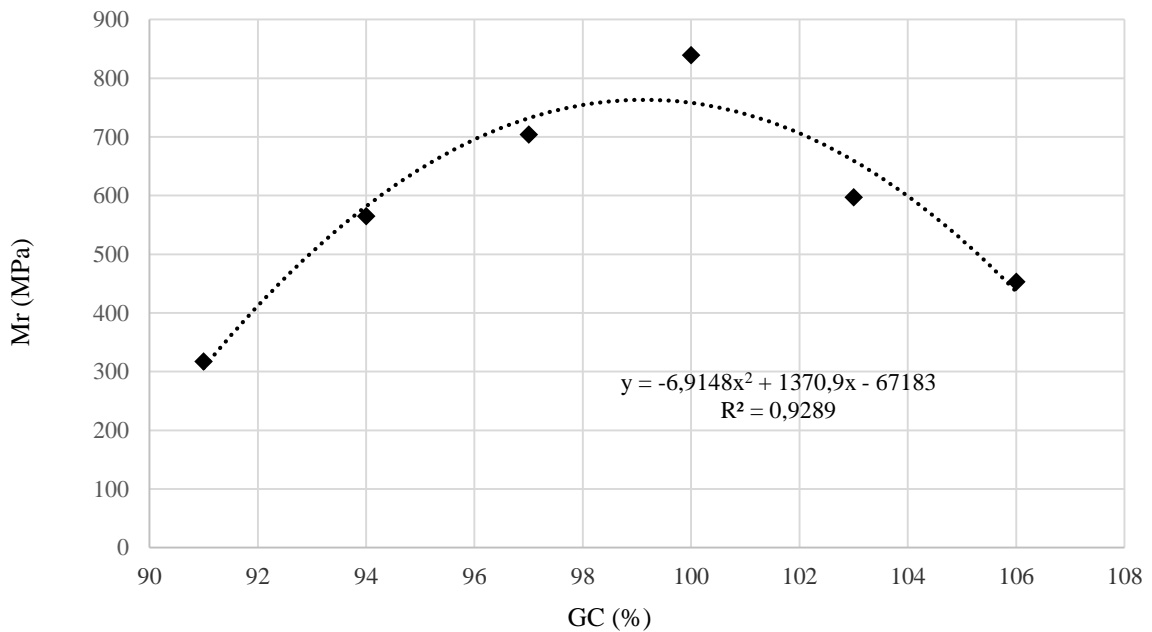


Figura 33 – Estimativa do comportamento do módulo de resiliência de acordo com o GC pelo método θ/P_{atm}



A Tabela 4, no início do capítulo, apresenta os resultados dos parâmetros ajustados pelos modelos $M_r - \sigma_3$ e $M_r - \theta/P_{atm}$. Verifica-se nas AM 91%, AM 94%, AM97% e AM100%, que conforme aumenta o GC, há o aumento progressivo dos parâmetros K1 e K2, indicando que quanto maior o GC, maior será o MR e maior será a influência do estado de tensões nesse parâmetro. Entretanto, após o GC de 100%, observa-se pelos resultados das AM 103% e AM 106%, a redução dos MR com o aumento do GC e conseqüentemente redução dos parâmetros K1 e K2.

O modelo $M_r - \sigma_3$, apresenta os coeficientes K2 variando de 0,64 a 0,9, sendo que quanto maior o seu valor, maior a influência da tensão de confinamento. O modelo $M_r - \theta/P_{atm}$, apresentou variações de 0,62 a 0,87.

Nota-se que em ambos os modelos, $M_r - \sigma_3$ e $M_r - \theta/P_{atm}$, o comportamento é semelhante, o gráfico só e deslocado para a direita. Ademais, os coeficientes de determinação foi uma média de 0,96% para ambos os modelos.

Pelo gráfico normalizado da estimativa do comportamento do módulo de resiliência de acordo com o GC, fica evidente que o GC 100% é o que apresenta maior valor de MR. Para ambos os métodos ($M_r - \sigma_3$ e θ/P_{atm}), o coeficiente de determinação (R^2) é de 93%.

Destaca-se, por fim, que os ensaios realizados nas mesmas condições apresentavam bastante divergência de resultados, em função da grande heterogeneidade dos RCD, por isso, alguns ensaios tiveram que ser repetidos várias vezes; A moldagem dos CPs de 106% foi extremamente difícil, as últimas camadas ficavam mais elevadas que as alturas indicadas e por isso, não servia todo o material e o GC ficava, então, em torno de 104,5%. A alternativa a isso, foi deixar as duas primeiras camadas mais baixas que os 4cm, e assim, conseguia por todo o material no molde atingindo o GC requerido

6.2 RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

Os ensaios foram realizados conforme descrito no item 5.6. Para cada GC foram moldadas três amostras, sendo que cada uma foi ensaiada com uma tensão confinante: 25, 50 e 100 kPa. A seguir, da Figura 34 a 47, são apresentados os gráficos de tensão x deformação em função a tensão desvio e também, o diagrama “p x q” para cada um dos GC em estudo. Na Figura 47,

buscando melhorar a visualização, foram colocadas as envoltórias de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para todos os GC num mesmo gráfico.

Figura 34 – Gráfico tensão x deformação para o GC 91%

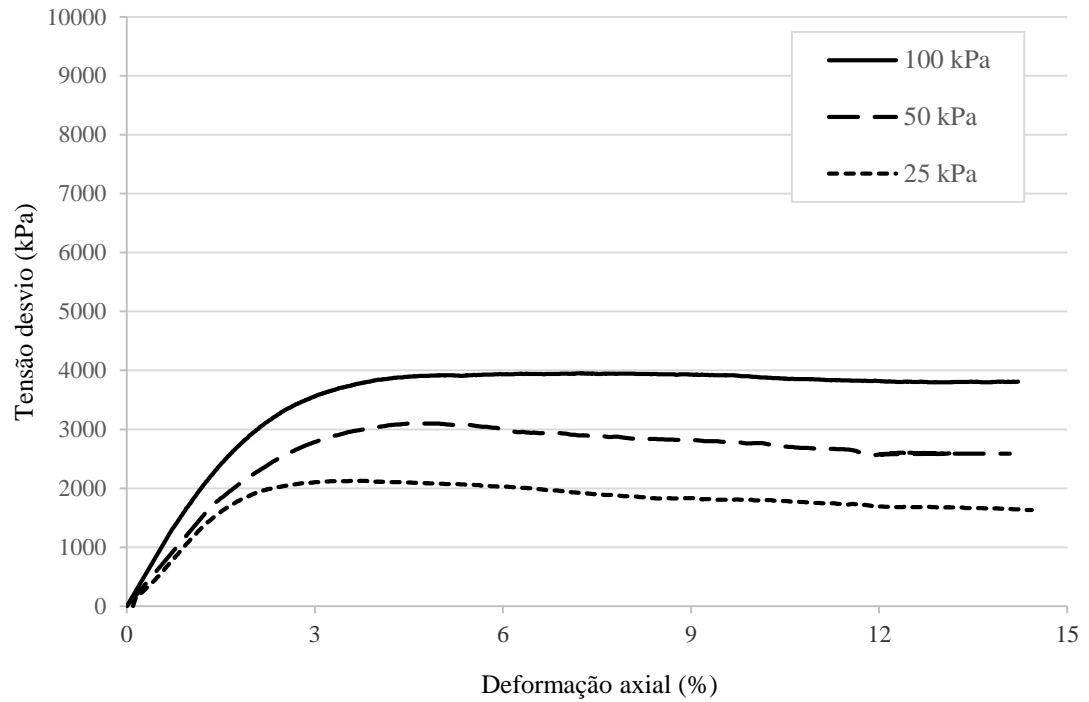


Figura 35 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 91%

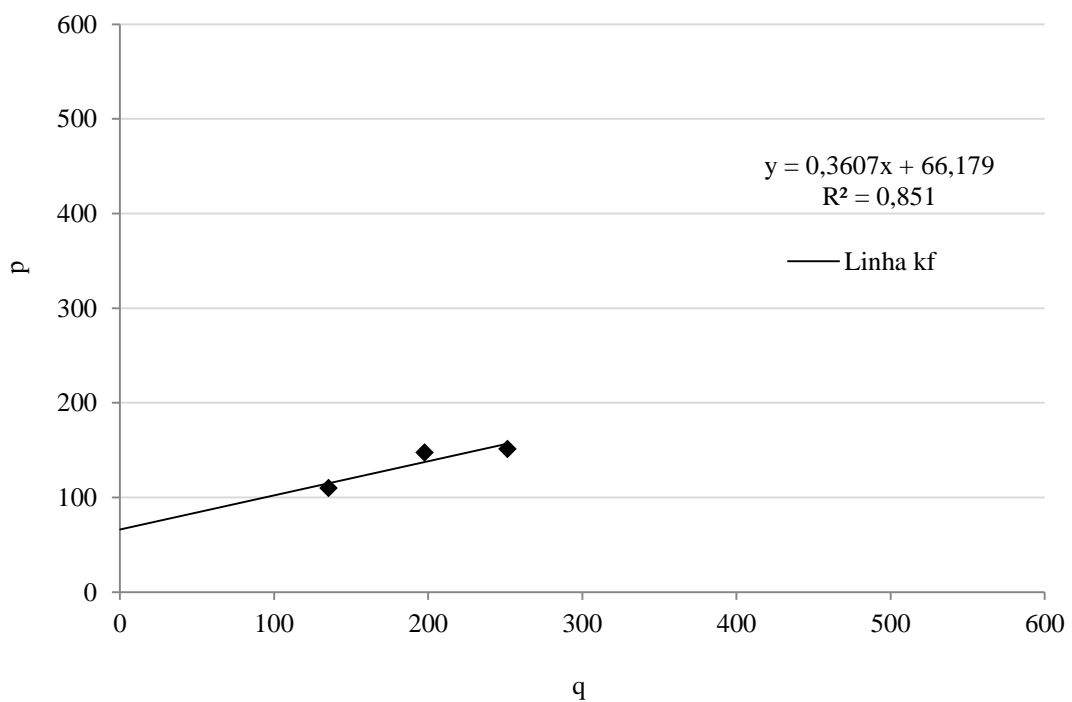


Figura 36 – Gráfico tensão x deformação do CP para o GC 94%

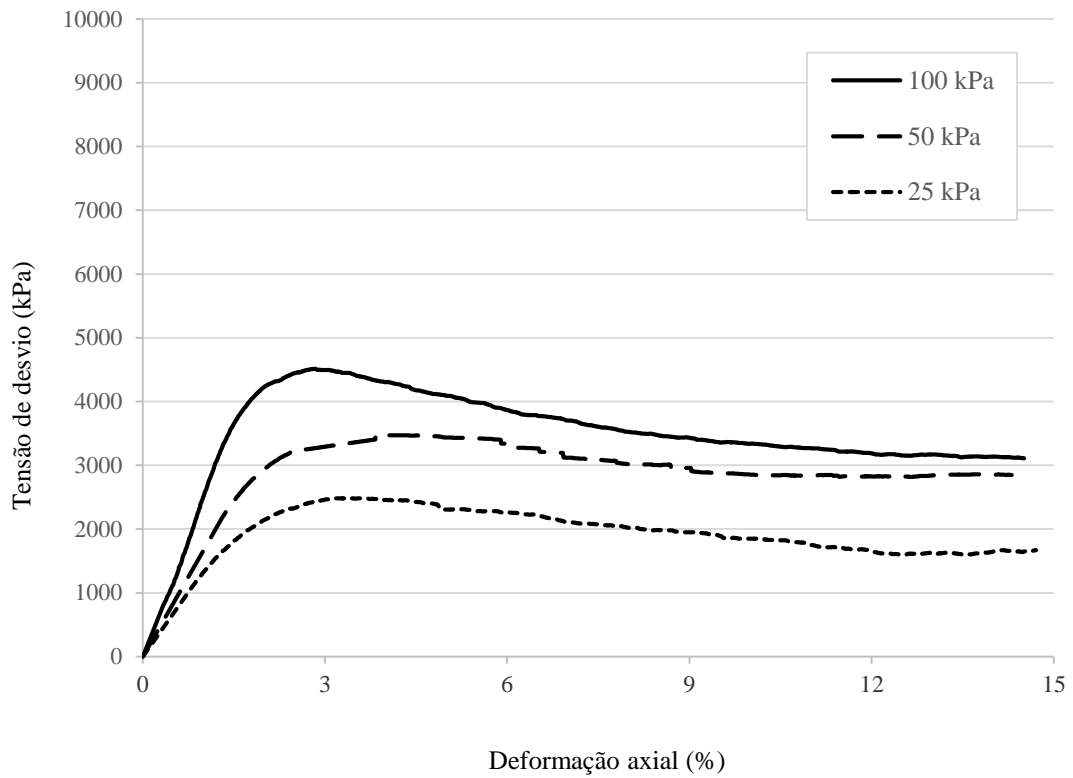


Figura 37 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 94%

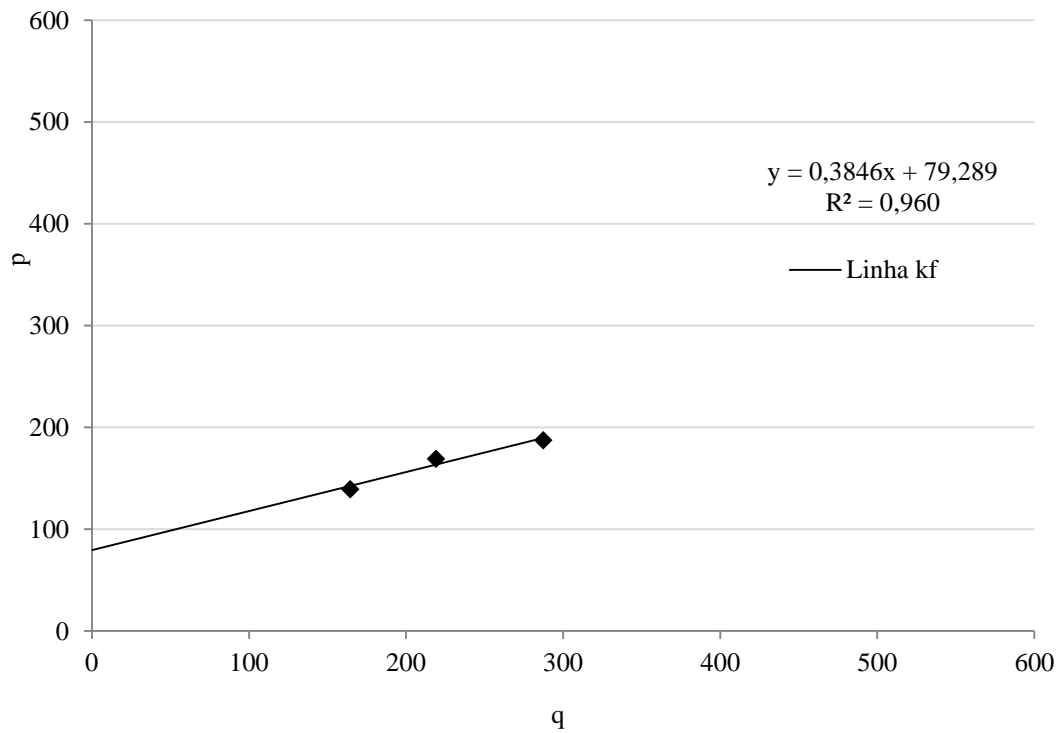


Figura 38 – Gráfico tensão x deformação do CP para o GC 97%

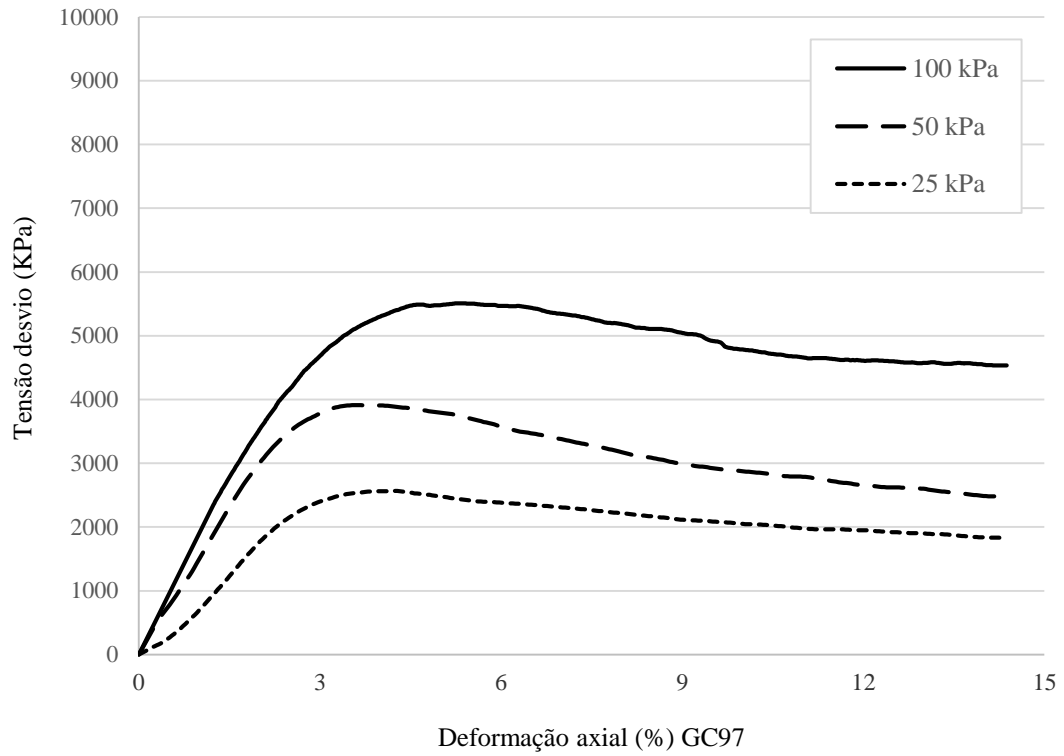


Figura 39 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 97%

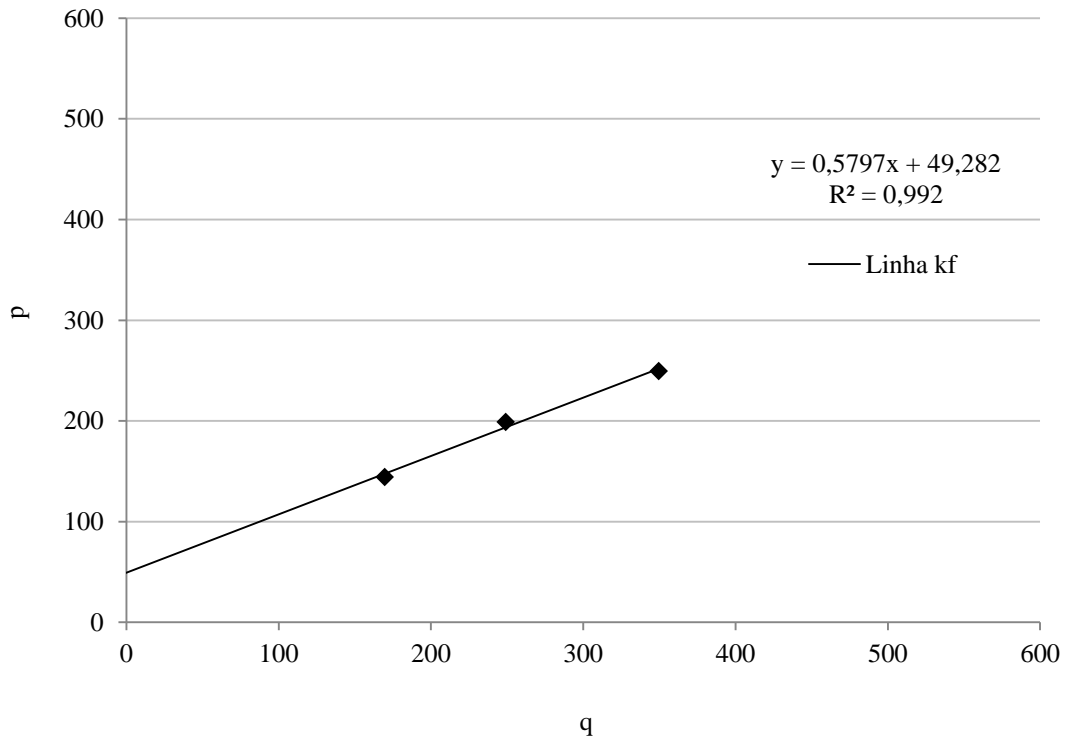


Figura 40 – Gráfico tensão x deformação para o GC 100%

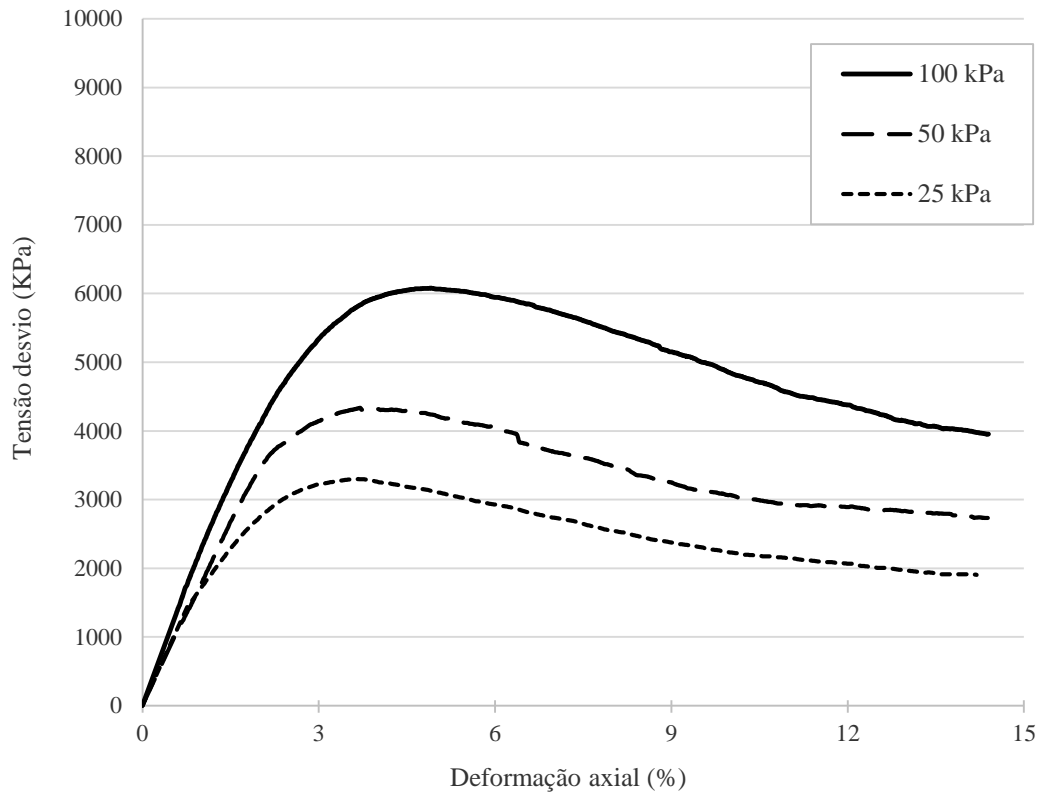


Figura 41 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 100%

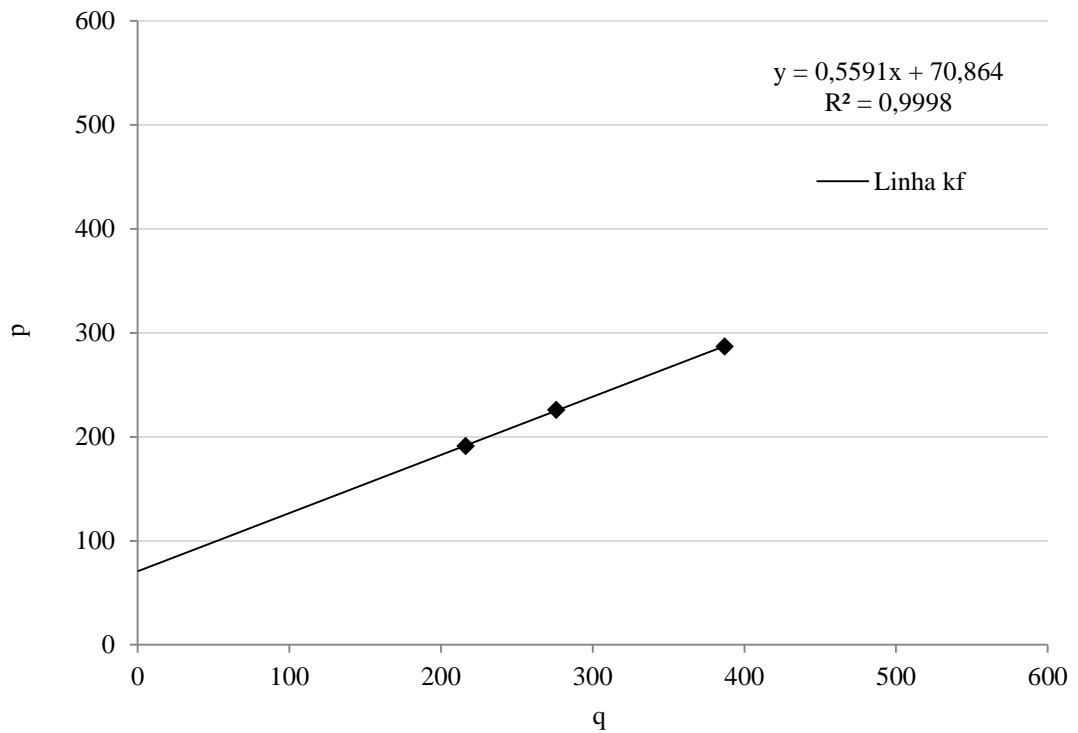


Figura 42 – Gráfico tensão x deformação do CP para o GC 103%

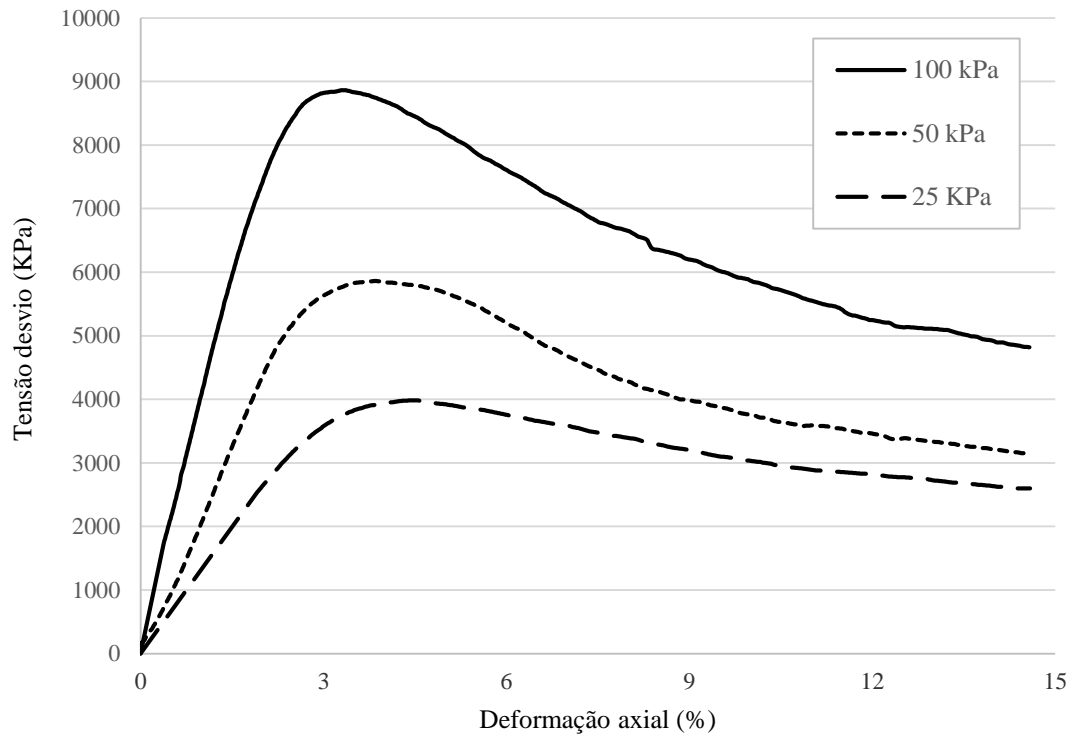


Figura 43 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 103%

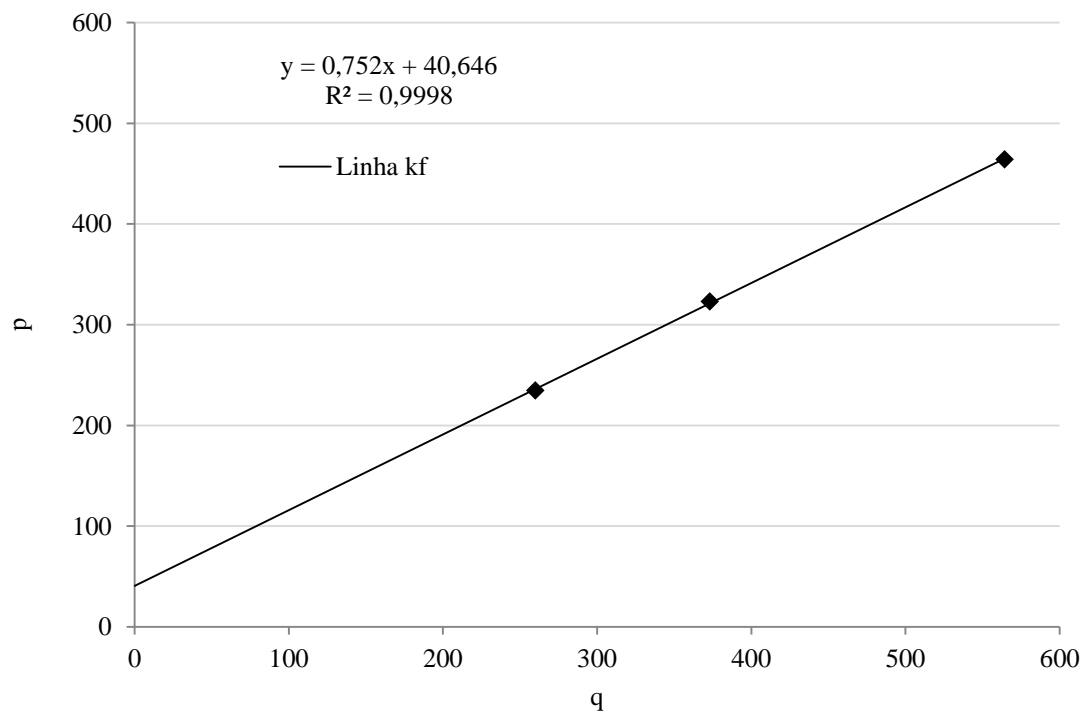


Figura 44 – Gráfico tensão x deformação para o GC 106%

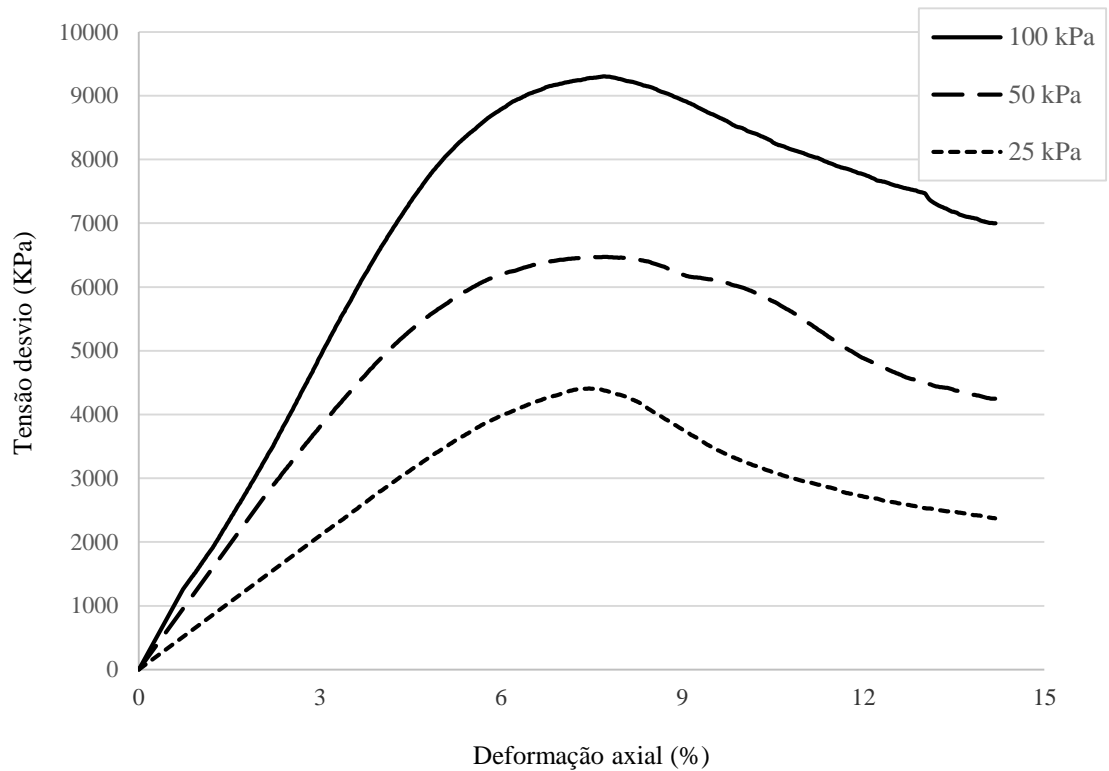


Figura 45 – Envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para o GC de 106%

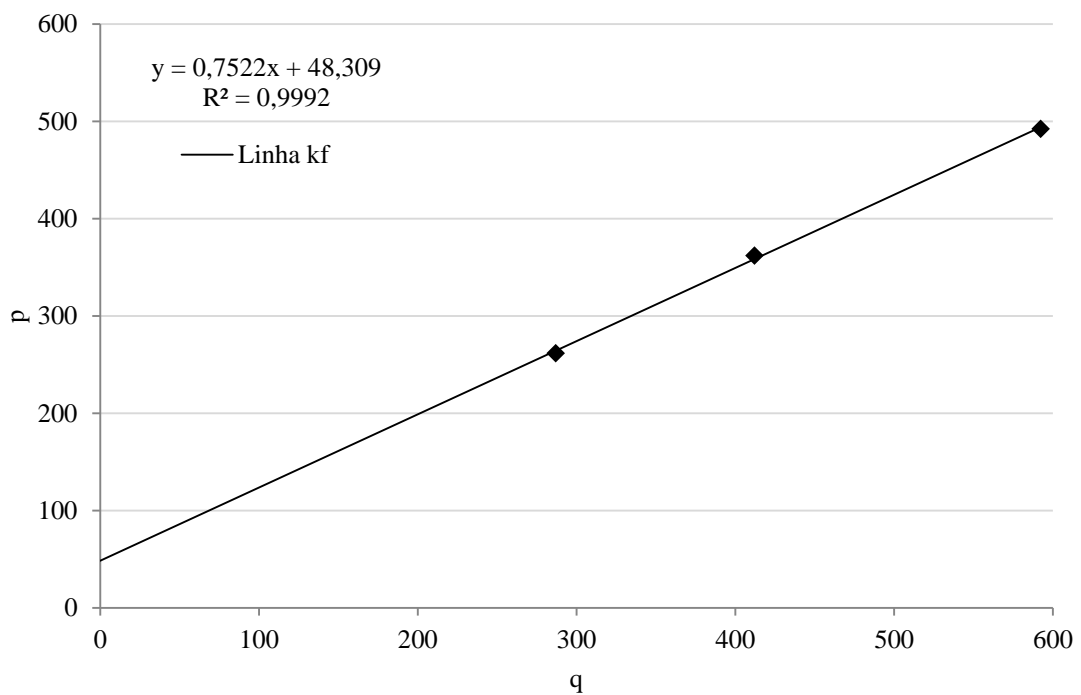


Figura 46 – Comparativo entre as envoltória de resistência ao cisalhamento no diagrama “p x q” para os GC de 91 a 106%

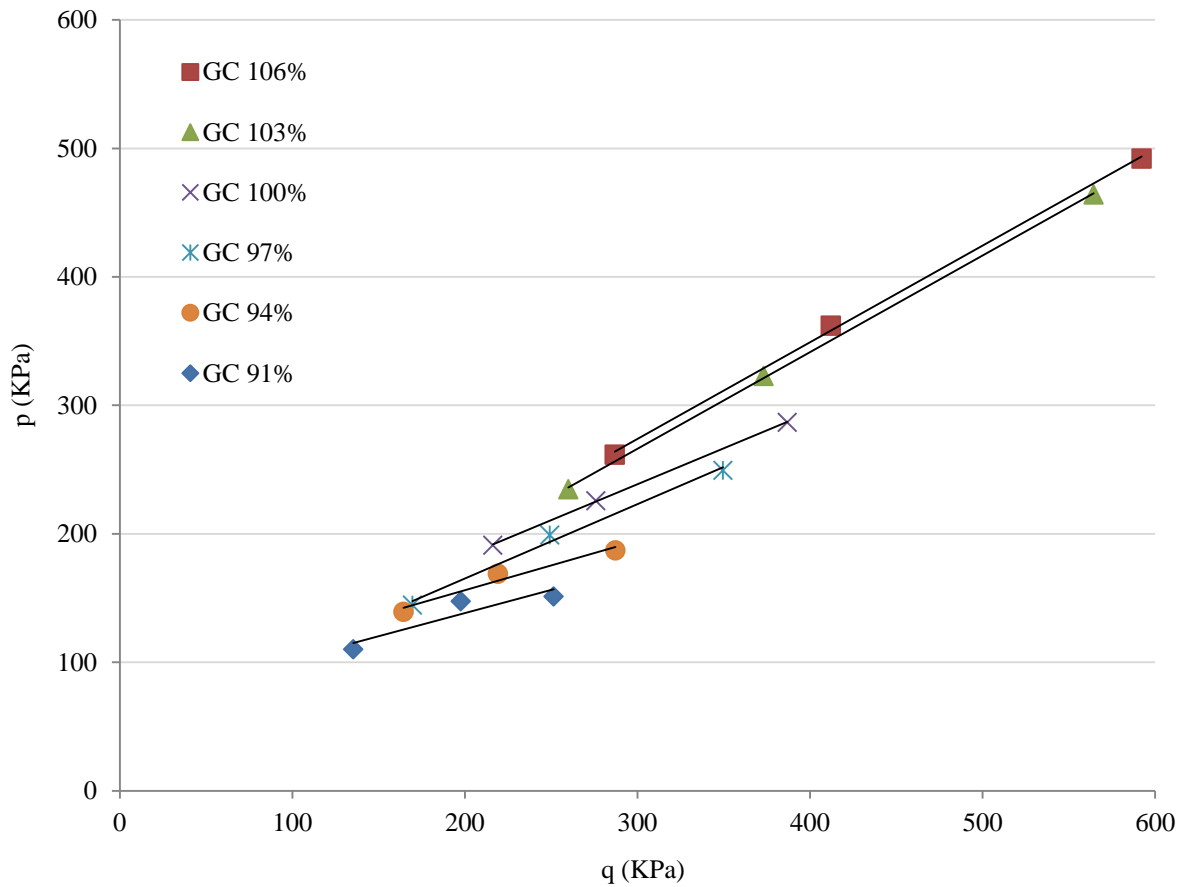


Tabela 5 – Parâmetros a, α , c e Φ

GC	a (kPa)	α (°)	c (kPa)	Φ (°)
91%	66,18	21	71	22
94%	58,21	22	64	24
97%	34,70	33	46	41
100%	37,77	32	48	39
103%	65,32	43	185	69
106%	89,05	42	252	69

Os valores apresentados para tensão de ruptura seguem a proporcionalidade da tensão de confinamento, ou seja, quanto maior essa tensão, maior é a resistência do conjunto. Outro comportamento observado quanto a tensão de confinamento, é que quanto menor ela é, menor é a deformação do CP na ruptura.

A Tabela 5 traz os parâmetros a e α obtidos a partir do modelo $p \times q$ para cada conjunto de amostras, com os quais foram estimados os valores de c e Φ para cada composição. Com os resultados obtidos, verifica-se que a coesão tem valores muito altos para os GC de 103 e 106% (185 e 252 kPa, respectivamente). O ângulo de atrito aumenta em função do aumento do GC, de 22° a 69°.

Destaca-se, por fim, quanto a moldagem dos CPs de 106%, que a quantidade de golpes variavam muito entre as cinco camadas. As últimas três camadas precisavam de um número muito maior de golpes para chegar na altura indicada, em torno de 60 a 70, enquanto as primeiras não passavam de 30 golpes. Ademais, na moldagem dos CPs de 106%, percebeu-se a exsudação de água, conforme mostrado na Figura 47. Isso se deu, possivelmente, pois ao aumentar-se o GC além de 103%, as amostras chegaram à saturação.

Figura 47- Exsudação de água no ensaio de GC 106%



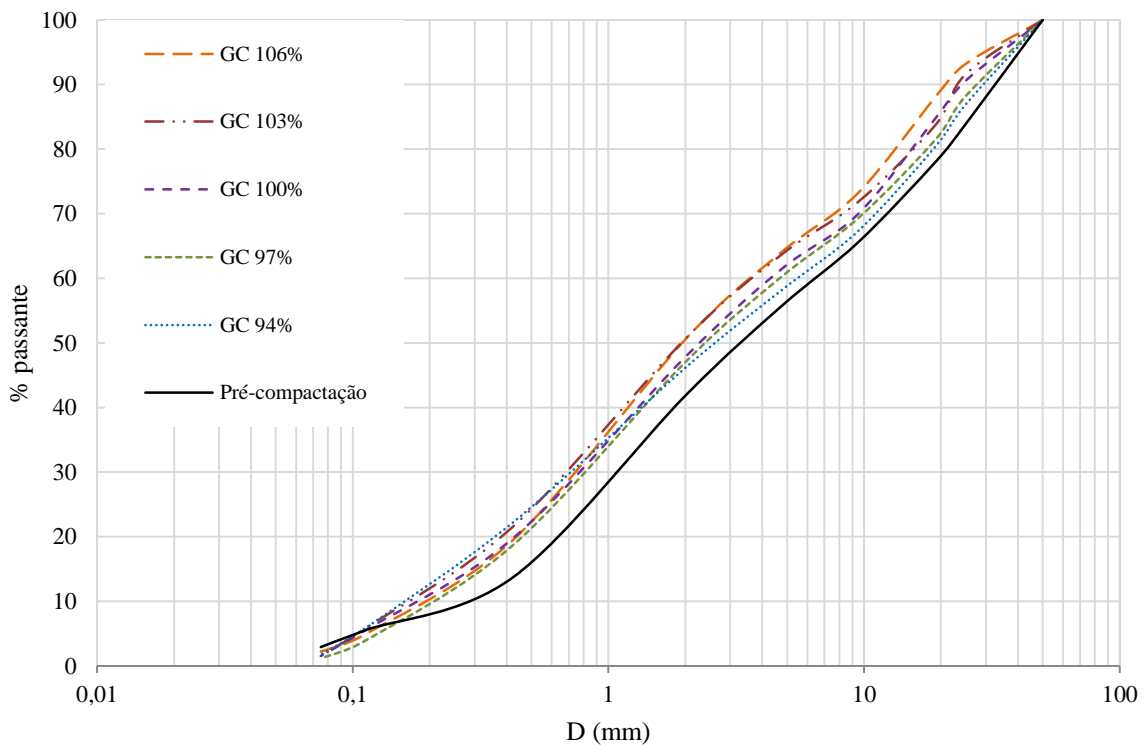
(fonte: foto da autora)

6.3 CURVA GRANULOMÉTRICA PÓS COMPACTAÇÃO

O comportamento mecânico foi influenciado pela quebra das partículas resultante do processo de compactação. Por isso, foi feita a comparação das curvas granulométricas antes e após este processo, buscando analisar que efeitos isso teria nos resultados obtidos nos demais ensaios. A Figura 48 apresenta a curva original e as demais curvas referentes a cada grau de compactação, sendo que cada uma é a média do peneiramento de 3 corpos de prova.

Verificou-se que houve o aumento de material fino, sendo que as quebras foram acentuadas nas peneiras maiores (superiores a 9,5mm), aumentando consideravelmente as frações compreendidas entre 9,5 mm e 0,425mm. Ademais, as quebras foram proporcionais aos GC, cujos finos acima do GC 100 tiveram um aumento de 21%, enquanto os demais foram em torno de 14%.

Figura 48 – Comparativo da variação granulométrica entre os graus de compactação



6.4 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COMPORTAMENTO DOS PAVIMENTOS

Houve o dimensionamento de diversas estruturas para determinar a variação de N para cada um dos modelos em estudo. Visando representar possíveis valores encontrados em campo, foram considerados três diferentes valores para módulo de resiliência do subleito: 50 MPa, 100 MPa e 150 MPa. Também foram variadas as espessuras da camada de base: 15 cm, 25 cm, 35 cm. Para o revestimento, foi considerado concreto asfáltico com espessura de 5cm e 4.000 MPa. A seguir, são apresentados da Figura 49 a Figura 57, o comportamento do material para cada estrutura analisada.

Figura 49 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação e à fadiga para um subleito com MR = 50 Mpa

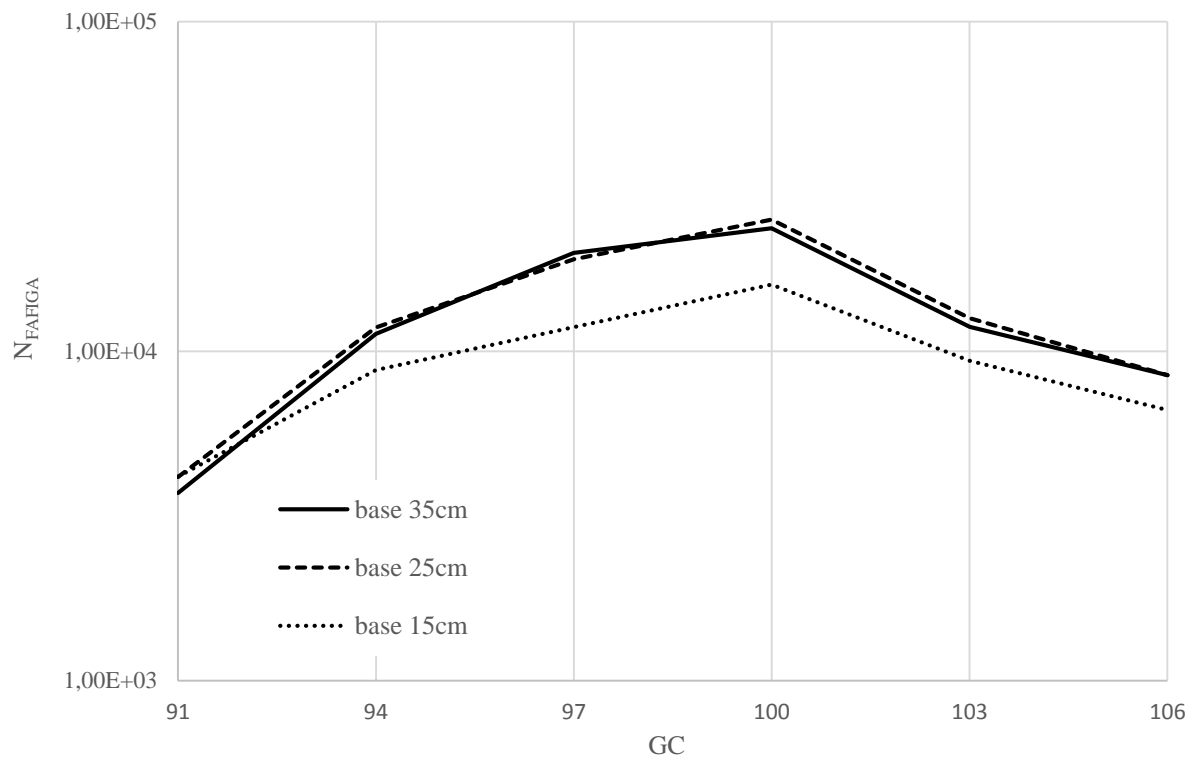


Figura 50 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação e à fadiga para um subleito com MR = 100 Mpa

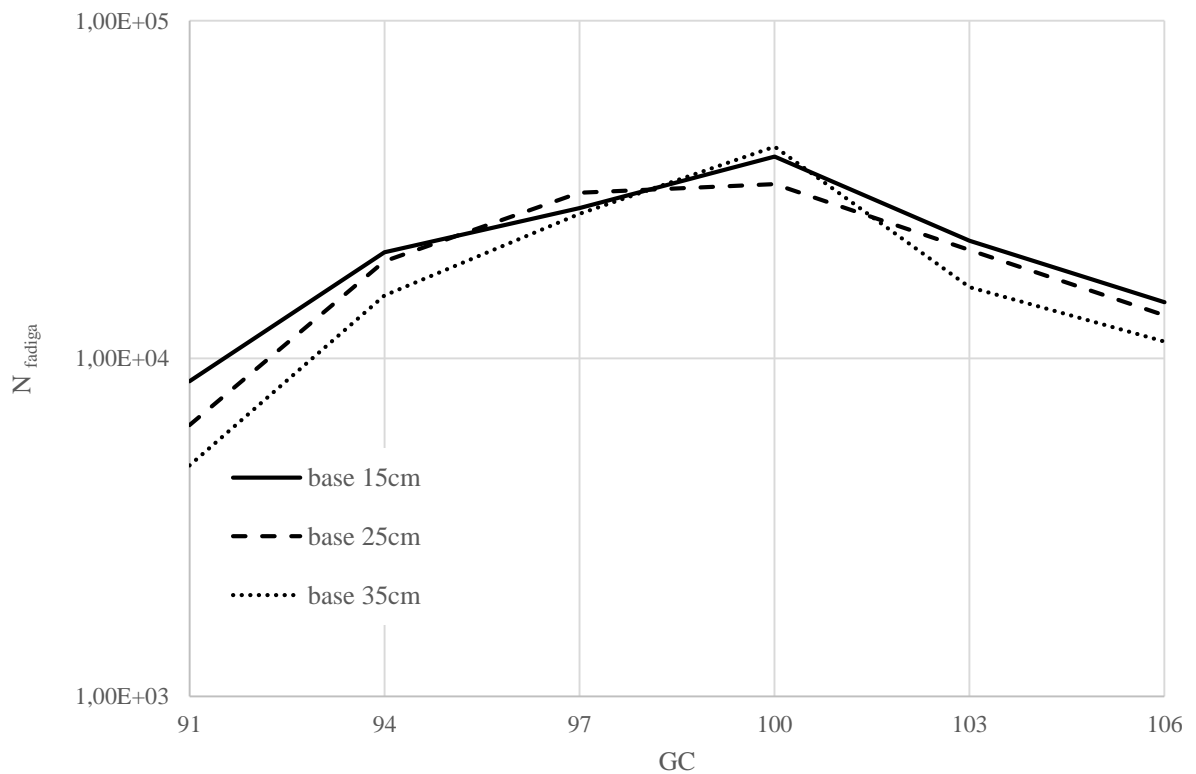


Figura 51 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação e à fadiga para um subleito com MR = 150 Mpa

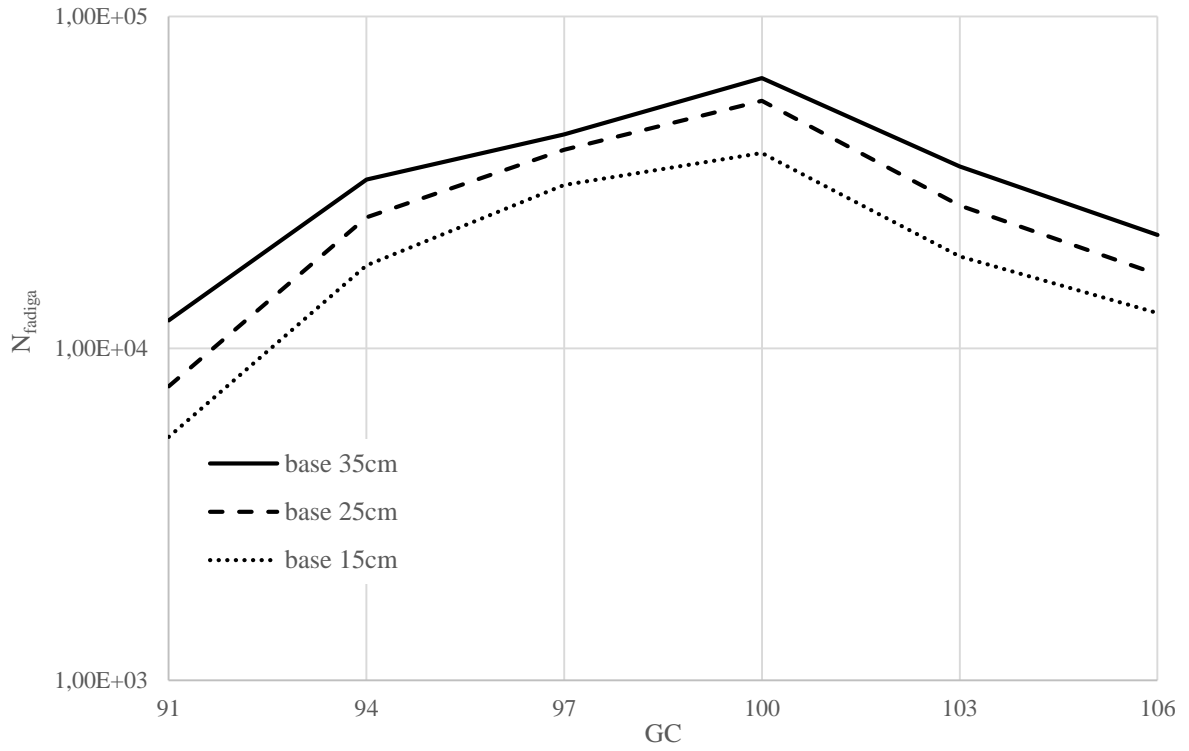


Figura 52 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação ao cisalhamento para um subleito com MR = 50 Mpa

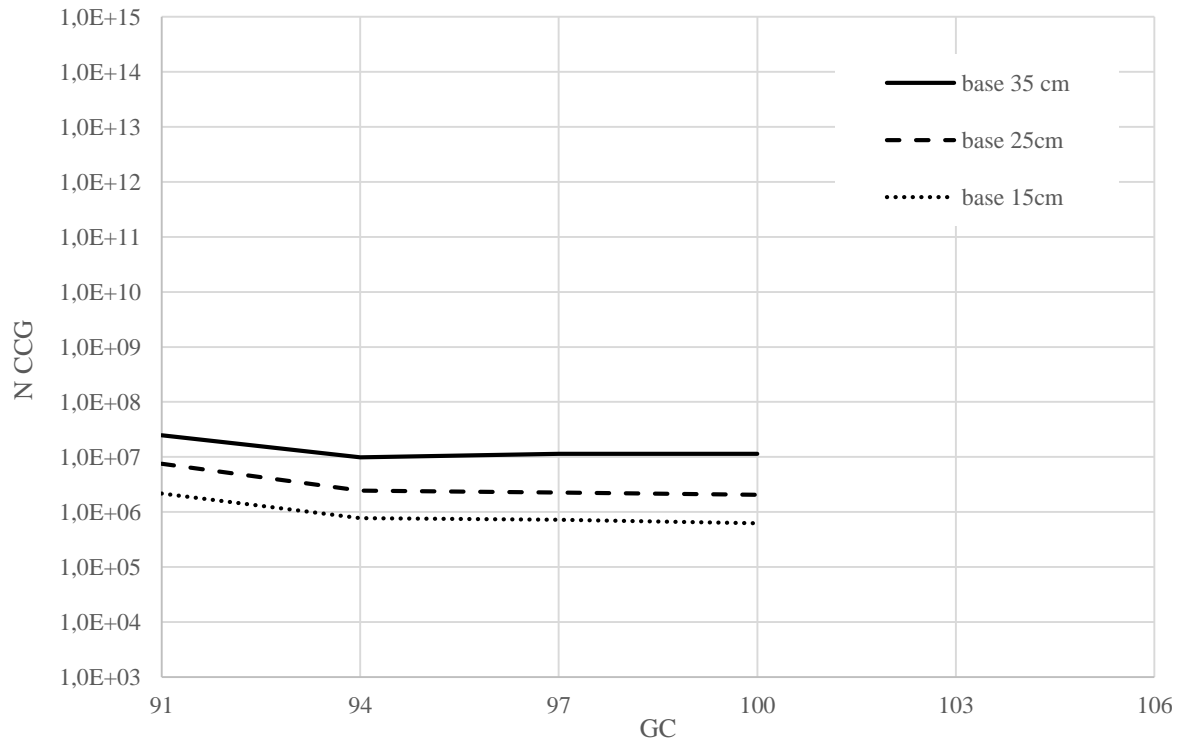


Figura 53– Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação ao cisalhamento para um subleito com MR = 100 Mpa

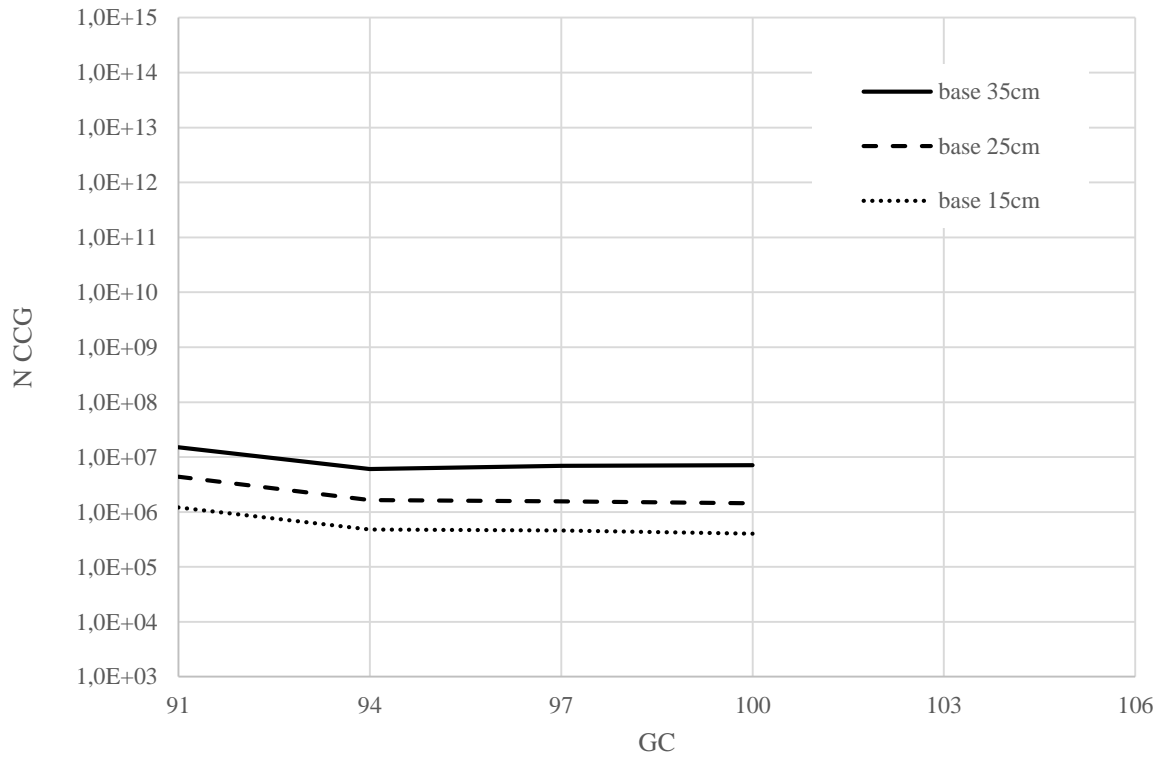


Figura 54 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação ao cisalhamento para um subleito com MR = 150 Mpa

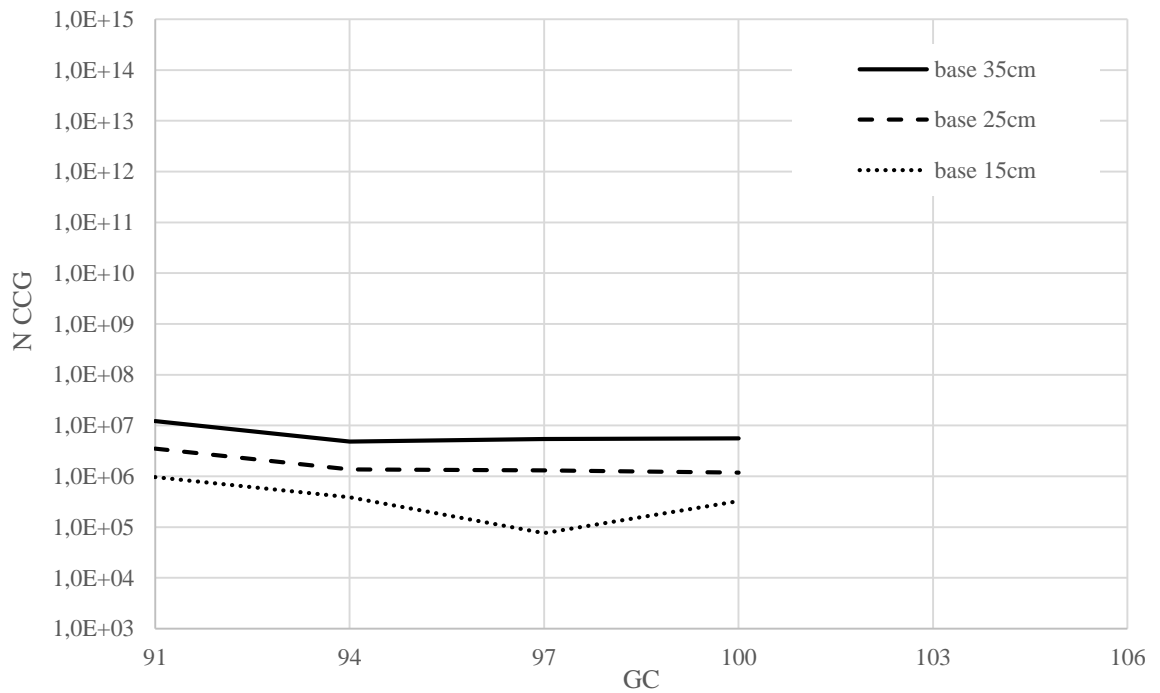


Figura 55 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação a deformação permanente para um subleito com MR = 50 Mpa

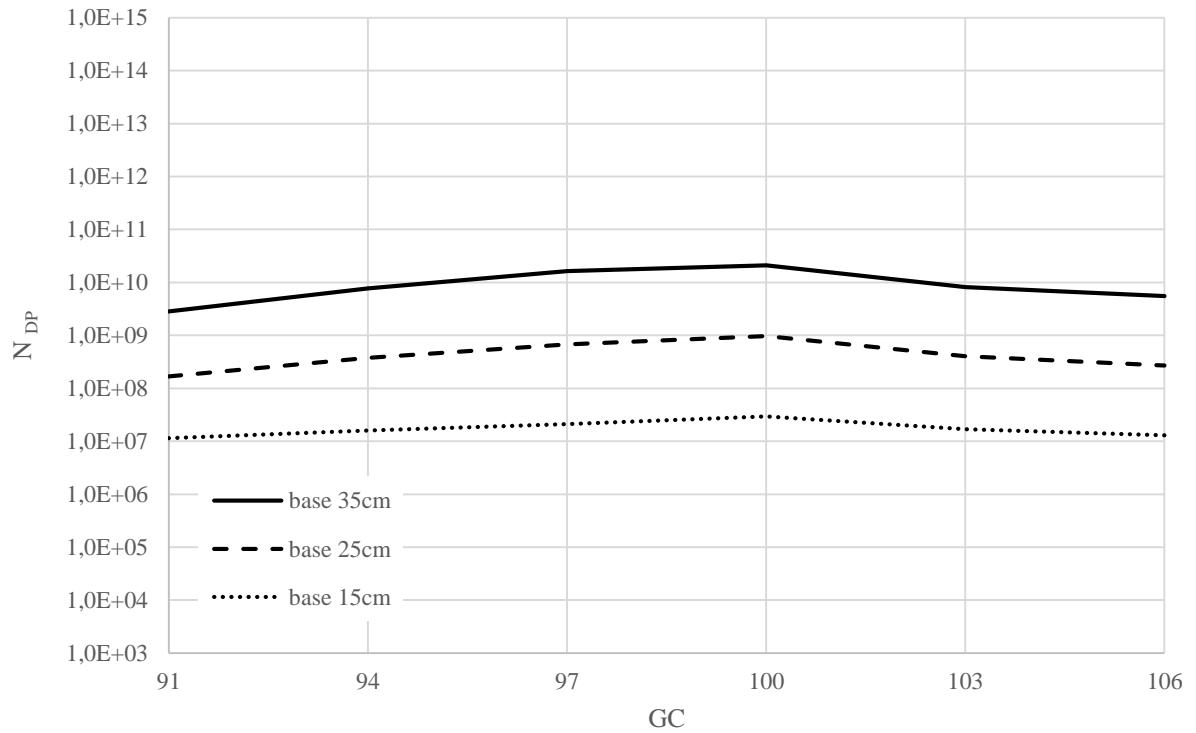


Figura 56 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação a deformação permanente para um subleito com MR = 100 Mpa

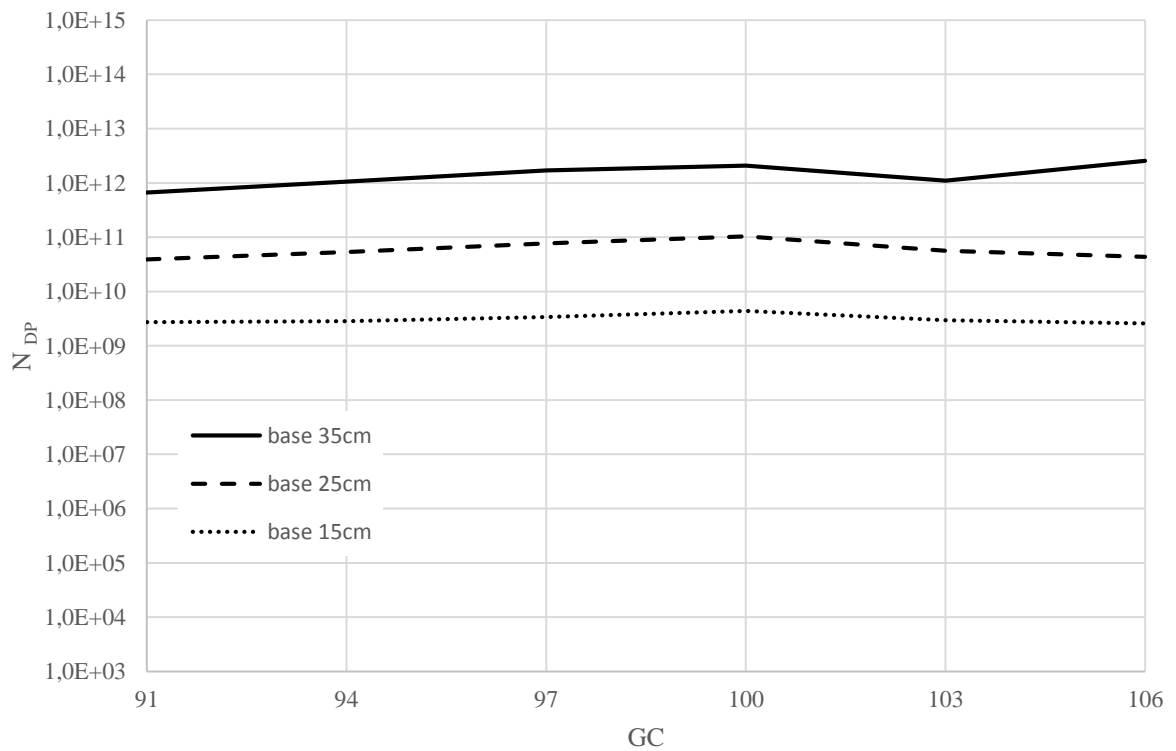


Figura 57 – Comportamento das diferentes espessuras de base, em relação ao grau de compactação a deformação permanente para um subleito com MR = 150 Mpa

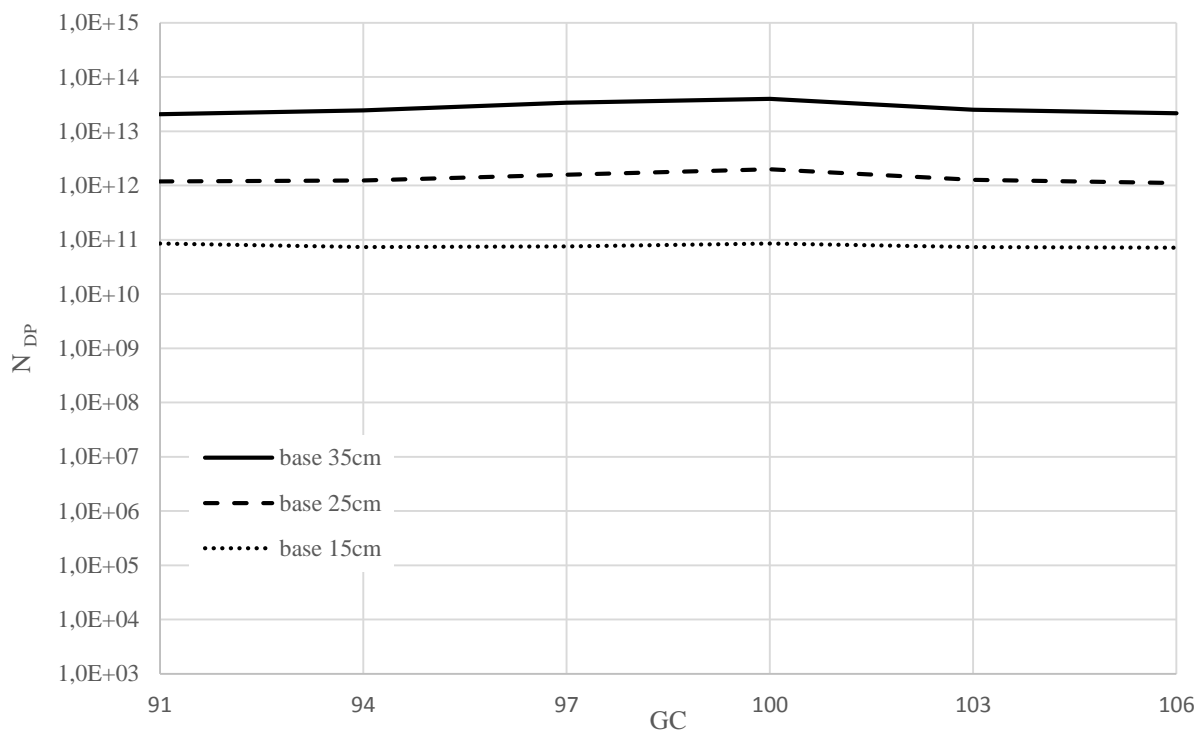


Tabela 6 – Variação do N em função da espessura de base e GC para subleito com MR 50Mpa

Espessura base (cm)	GC	N _{CCG}	N _{DP}	N _F
15	91	1,20E+06	2,70E+09	8,57E+03
	94	4,80E+05	2,90E+09	2,06E+04
	97	4,60E+05	3,40E+09	2,79E+04
	100	4,00E+05	4,40E+09	3,96E+04
	103	--	3,00E+09	2,23E+04
	106	--	2,60E+09	1,47E+04
25	91	4,40E+06	3,90E+10	6,35E+03
	94	1,60E+06	5,30E+10	1,94E+04
	97	1,60E+06	7,70E+10	3,09E+04
	100	1,40E+06	1,00E+11	3,29E+04
	103	--	5,60E+10	2,09E+04
	106	--	4,40E+10	1,34E+04

continua

continuação

35	91	1,50E+07	6,70E+11	4,83E+03
	94	6,00E+06	1,00E+12	1,54E+04
	97	6,90E+06	1,70E+12	2,68E+04
	100	7,10E+06	2,10E+12	4,24E+04
	103	--	1,10E+12	1,63E+04
	106	--	2,60E+12	1,12E+04

Tabela 7 – Variação do N em função da espessura de base e GC para subleito MR 100 Mpa

Espessura base (cm)	GC	N _C CG	N _{DP}	N _F
15	91	1,20E+06	2,70E+09	8,57E+03
	94	4,80E+05	2,90E+09	2,06E+04
	97	4,60E+05	3,40E+09	2,79E+04
	100	4,00E+05	4,40E+09	3,96E+04
	103	--	3,00E+09	2,23E+04
	106	--	2,60E+09	1,47E+04
25	91	4,40E+06	3,90E+10	6,35E+03
	94	1,60E+06	5,30E+10	1,94E+04
	97	1,60E+06	7,70E+10	3,09E+04
	100	1,40E+06	1,00E+11	3,29E+04
	103	--	5,60E+10	2,09E+04
	106	--	4,40E+10	1,34E+04
35	91	1,50E+07	6,70E+11	4,83E+03
	94	6,00E+06	1,00E+12	1,54E+04
	97	6,90E+06	1,70E+12	2,68E+04
	100	7,10E+06	2,10E+12	4,24E+04
	103	--	1,10E+12	1,63E+04
	106	--	2,60E+12	1,12E+04

Tabela 8 – Variação do N em função da espessura de base e GC para subleito com MR 150Mpa

Espessura base (cm)	GC	N _{CCG}	N _{DP}	N _F
15	91	9,60E+05	8,50E+10	1,21E+04
	94	3,80E+05	7,40E+10	3,23E+04
	97	7,60E+04	7,50E+10	4,41E+04
	100	3,30E+05	8,50E+10	6,53E+04
	103	--	7,40E+10	3,53E+04
	106	--	7,20E+10	2,20E+04
25	91	3,50E+06	1,20E+12	7,69E+03
	94	1,40E+06	1,20E+12	2,48E+04
	97	1,30E+06	1,60E+12	3,96E+04
	100	1,20E+06	2,00E+12	5,57E+04
	103	--	1,30E+12	2,69E+04
	106	--	1,10E+12	1,67E+04
35	91	1,20E+07	2,10E+13	5,41E+03
	94	4,80E+06	2,40E+13	1,78E+04
	97	5,40E+06	3,40E+13	3,11E+04
	100	5,50E+06	4,00E+13	3,88E+04
	103	--	2,50E+13	1,89E+04
	106	--	2,10E+13	1,28E+04

Para o modelo de cisalhamento da camada granular, os números de eixos equivalentes (N_{CCG}) obtidos cresceram conforme aumentou a espessura da base e o MR do subleito. No entanto, os GC de 103 e 106%, apresentaram comportamento atípico, pois os resultados aumentaram significativamente (ordem de grandeza de 10²⁰ a 10⁴⁰, de acordo com a espessura da camada de base). Isso ocorreu, possivelmente, em virtude dos valores de coesão e ângulo de atrito muito elevados ou, também,

Ao analisar a vida útil em termos da fadiga, verifica-se que há influência do GC, os números de eixos equivalente obtidos (N_F) aumentam conforme o GC se aproxima do 100% e decaem

após este. Os resultados mais satisfatórios estão em torno do GC de 100%, mas não ultrapassam a ordem de grandeza de 10^4 .

Quanto a ruptura por deformação permanente, os números de eixos equivalentes (N_{DP}) obtidos aumentam conforme aumenta a espessura da base e o MR do subleito. Os melhores resultados correspondem ao GC de 100% e têm comportamento especialmente satisfatórios para os subleitos de 100 e 150 kPa, tendo ordem de grandeza em torno de 10^{10} a 10^{13} .

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos ensaios promovidos durante este estudo, dos resultados provenientes destes experimentos, da análise dos dados e da comparação das estruturas de pavimentos feita no capítulo anterior, podem ser feitas algumas considerações:

Quanto ao ensaio de módulo de resiliência:

- a) De todas as amostras ensaiadas, as que apresentaram melhor comportamento resiliente foram as com GC 100%. Os valores aumentam do GC 91% ao GC 100%, possivelmente, em função do maior índice de vazios e, conseqüentemente, o menor intertravamento entre as partículas e menor grau de compactidade.
- b) Após o GC 100%, os valores decaíram com o aumento do GC, provavelmente, isso ocorre pois a quebra das partículas é maior. Ademais, as amostras com GC acima de 100%, tendem a saturação, não havendo tempo para dissipar a poro pressão durante o ensaio.

Quanto ao ensaio de resistência ao cisalhamento:

- a) Foi possível perceber que para o GC variando de 91 a 100% a coesão decaiu, suavemente, de 71 a 48 kPa, ao passo que para o GC de 100 a 106%, houve um ganho significativo de coesão, de 50 a 250 kPa, aproximadamente.
- b) Quanto ao ângulo de atrito, do GC de 91 a 100% teve razoável aumento de 22° a 40°, aproximadamente. Após o GC 100%, teve um acréscimo significativo de valor, chegando em quase 70°.

Quanto a análise de comportamento e vida útil do pavimento:

- a) Quanto ao número de eixos equivalentes obtidos para o modelo de ruptura por fadiga, ficou evidente o melhor desempenho para o GC de 100%.
- b) Quanto ao número de eixos equivalentes obtidos para o modelo de ruptura por deformação permanente, observa-se um leve ganho para o GC de 97% e 100%.
- c) Quanto ao número de eixos equivalentes obtidos para o modelo por cisalhamento da camada granular, o GC não muda até o GC de 100%. Para

o GC de 103 e 106%, os valores obtidos são considerados fora da realidade de projeto de pavimentação, portanto, estes valores foram desconsiderados.

- d) Para todas as situações analisadas, ficou perceptível que o crescimento do módulo do subleito aumentou a vida útil do pavimento para todos os mecanismos de degradação avaliados.
- e) Dessa forma, comparando os valores de N_{CCG} , N_{DP} e N_F , a fadiga foi o fator limitador da vida útil do pavimento, sempre ficando na ordem de grandeza de 10^4 para o GC de 100%, independente do subleito e da espessura da base. Por isso, embora as AM 103% e 106% tenham ângulos de atrito e coesão bem maiores comparados aos demais, não são as que apresentarão melhor comportamento do conjunto.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo. 120 p. 2015. Disponível em <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panrama2014.pdf>>. Acesso em 20 Jun. 2016.

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

_____. **NBR 10004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15115: agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – execução de camadas de pavimentação – procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **Aplicação: Usos recomendados para agregados reciclados**. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/Conteudo/8/Aplicacao.aspx>>. Acesso em: 12 jun. 2015. Não paginado.

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

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. da; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1. ed (3. Reimp.). Rio de Janeiro: Petrobras, Abeda, 2008 (reimpr. 2010).

BLUMENSCHNEIN, R. N. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. 2004. 249 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

CAPUTO, P. H. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 3ª edição, Rio de Janeiro 1973.

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: 12 jun. 2015.

DAMINELI, B. L. **Estudo de métodos para caracterização de propriedades físicas de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 083/98:** agregados – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-ME083-98.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014.

_____. **DNER – ME 081/98:** agregados – determinação da absorção e da densidade de agregados graúdos. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-ME081-98.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015

_____. **DNER – ME 091/98:** Concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-ME091-98.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

_____. **DNER - ME 133/94:** misturas betuminosas – determinação do módulo de resiliência. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/DNER-ME133-94.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – ME 134/2010:** pavimentação – solos – determinação do módulo de resiliência – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT134_2010_ME_ERRATA.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2015.

_____. **Manual de Pavimentação.** 3ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf>. Acesso em 15 jun. 2015.

_____. **DNIT – ME 141/2010:** pavimentação – base estabilizada granulometricamente – especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT141_2010-ES.pdf>. Acesso em 12 jun. 2015.

ESTADOS UNIDOS. Washington State Department of Transportation: **Everseries User's Guide,** 2005. Disponível em <<http://www.wsdot.wa.gov/biz/mats/pavement/EVERSERS/EverseriesUserGuide.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2015.

KORKIALA-TANTTU, L. **Calculation method for permanent deformation of unbound pavement materials,** Doctorate Thesis, Helsinki University of Technology. 2008.

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

LEITE, F. C. **Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em camadas de base e sub-base de pavimentos.** 2007. 185 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MALYSZ, R. **Comportamento Mecânico de Britas Empregadas em Pavimentação**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

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.

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

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

PINTO, S. **Estudo do comportamento à fadiga de misturas betuminosas e aplicação na avaliação estrutural de pavimentos**. 1991. 478 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 1991.

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

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

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 91-15-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	70.00	70.24	40.26	.706
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	3215.68	4213.64	-210.23	.00	.10	.00
12.500	2	-29.76	-15.05	-172.94	.00	8.96	.00
20.001	3	-133.87	-137.04	-142.60	.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)
4.999	1	553.71	865.57	-516.89	-42.900	.000	1519.773
12.500	2	513.00	795.87	-2238.93	-63.550	.000	1377.911
20.001	3	-160.67	-252.57	-413.78	25.001	.000	1192.385

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-210.23	3215.68	4213.64	-516.89	553.71	865.57
12.500	2	-173.50	-29.20	-15.05	-2249.67	523.74	795.87
20.001	3	-142.60	-137.04	-133.87	-413.78	-252.57	-160.67

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)
4.999	1	621.90	3545.84	-169.19	.00	.00	.00
12.500	2	-38.99	-12.14	-162.15	.00	.00	.00
20.001	3	-141.49	-145.24	-150.92	.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)
4.999	1	-55.57	858.16	-302.78	.000	.000	1582.349
12.500	2	313.47	829.43	-2053.90	.000	.000	1465.132
20.001	3	-164.33	-273.07	-437.89	.000	.000	1279.924

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-169.19	621.90	3545.84	-302.78	-55.57	858.16
12.500	2	-162.15	-38.99	-12.14	-2053.90	313.47	829.43
20.001	3	-150.92	-145.24	-141.49	-437.89	-273.07	-164.33

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 91-15-100Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	76.00	76.04	40.26	.706
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2750.59	3582.75	-230.18	.00	.08	.00
12.500	2	-33.65	-16.05	-194.57	.00	6.14	.00
20.001	3	-156.79	-160.79	-167.17	.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)
4.999	1	478.11	738.16	-453.38	-30.092	.000	985.768
12.500	2	526.93	839.48	-2330.14	-64.583	.000	828.972
20.001	3	-92.06	-150.14	-242.54	13.993	.000	645.392

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-230.18	2750.59	3582.75	-453.38	478.11	738.16
12.500	2	-194.80	-33.41	-16.05	-2334.29	531.08	839.48
20.001	3	-167.17	-160.79	-156.79	-242.54	-150.14	-92.06

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)
4.999	1	87.48	2847.78	-185.88	.00	.00	.00
12.500	2	-44.39	-12.55	-182.41	.00	.00	.00
20.001	3	-163.19	-168.21	-174.44	.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)
4.999	1	-144.50	718.09	-229.92	.000	.000	1008.418
12.500	2	313.61	878.90	-2136.88	.000	.000	874.968
20.001	3	-89.99	-162.79	-253.07	.000	.000	694.093

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-185.88	87.48	2847.78	-229.92	-144.50	718.09
12.500	2	-182.41	-44.39	-12.55	-2136.88	313.61	878.90
20.001	3	-174.44	-168.21	-163.19	-253.07	-162.79	-89.99

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 91-15-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	79.00	78.85	40.26	.706
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2557.24	3312.85	-239.68	.00	.08	.00
12.500	2	-35.52	-16.46	-205.12	.00	4.78	.00
20.001	3	-168.25	-172.68	-179.46	.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)
4.999	1	447.24	683.36	-426.80	-24.891	.000	791.715
12.500	2	533.09	859.47	-2370.74	-64.792	.000	628.680
20.001	3	-65.24	-108.10	-173.59	9.774	.000	445.591

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-239.68	2557.24	3312.84	-426.80	447.24	683.36
12.500	2	-205.26	-35.38	-16.46	-2373.05	535.40	859.47
20.001	3	-179.46	-172.68	-168.25	-173.59	-108.10	-65.24

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)
4.999	1	-132.73	2548.34	-193.57	.00	.00	.00
12.500	2	-47.07	-12.57	-191.93	.00	.00	.00
20.001	3	-173.48	-179.20	-185.63	.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)
4.999	1	-180.36	657.48	-199.37	.000	.000	798.193
12.500	2	310.79	901.43	-2169.42	.000	.000	658.224
20.001	3	-62.02	-117.31	-179.54	.000	.000	479.233

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-193.57	-132.73	2548.34	-199.37	-180.36	657.48
12.500	2	-191.93	-47.07	-12.57	-2169.42	310.79	901.43
20.001	3	-185.63	-179.20	-173.48	-179.54	-117.31	-62.02

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 91-25-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	60.00	59.98	40.26	.706
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	3240.12	4222.00	-207.87	.00	.10	.00
17.500	2	-20.87	-6.92	-142.97	.00	15.52	.00
30.001	3	-97.70	-99.66	-103.88	.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)
4.999	1	559.15	865.98	-518.35	-43.102	.000	1576.657
17.500	2	526.78	840.63	-2221.50	-72.337	.000	1314.430
30.001	3	-122.12	-178.95	-301.39	20.293	.000	1032.250

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-207.87	3240.13	4222.00	-518.35	559.15	865.98
17.500	2	-144.91	-18.92	-6.92	-2265.20	570.47	840.63
30.001	3	-103.88	-99.66	-97.70	-301.39	-178.95	-122.12

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)
4.999	1	609.14	3534.11	-173.19	.00	.00	.00
17.500	2	-28.36	-7.20	-145.84	.00	.00	.00
30.001	3	-108.63	-110.43	-115.30	.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)
4.999	1	-57.77	856.28	-302.25	.000	.000	1638.933
17.500	2	420.27	896.57	-2224.19	.000	.000	1411.018
30.001	3	-141.02	-193.17	-334.53	.000	.000	1106.804

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-173.19	609.14	3534.11	-302.25	-57.77	856.28
17.500	2	-145.84	-28.36	-7.20	-2224.19	420.27	896.57
30.001	3	-115.30	-110.43	-108.63	-334.53	-193.17	-141.02

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 91-25-150Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	65.00	64.77	40.26	.706
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2811.17	3671.34	-222.07	.00	.09	.00
17.500	2	-23.56	-7.12	-160.57	.00	10.96	.00
30.001	3	-120.15	-122.88	-127.92	.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)
4.999	1	487.21	756.02	-460.67	-30.953	.000	950.491
17.500	2	542.44	885.00	-2313.29	-75.342	.000	663.752
30.001	3	-48.60	-74.99	-123.72	8.101	.000	384.408

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-222.07	2811.17	3671.34	-460.67	487.21	756.02
17.500	2	-161.44	-22.69	-7.12	-2331.46	560.61	885.00
30.001	3	-127.92	-122.88	-120.15	-123.72	-74.99	-48.60

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)
4.999	1	116.86	2931.03	-185.26	.00	.00	.00
17.500	2	-31.87	-7.59	-165.29	.00	.00	.00
30.001	3	-134.17	-136.79	-142.62	.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)
4.999	1	-142.40	737.03	-236.81	.000	.000	974.926
17.500	2	442.09	948.29	-2338.70	.000	.000	717.627
30.001	3	-56.23	-81.56	-137.94	.000	.000	415.830

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-185.26	116.86	2931.03	-236.81	-142.40	737.03
17.500	2	-165.29	-31.87	-7.59	-2338.70	442.09	948.29
30.001	3	-142.62	-136.79	-134.17	-137.94	-81.56	-56.23

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 91-35-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	52.00	51.73	40.26	.706
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	3319.34	4329.88	-199.73	.00	.10	.00
22.500	2	-14.85	-2.67	-117.54	.00	16.76	.00
40.001	3	-73.80	-74.98	-78.31	.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)
4.999	1	571.70	887.49	-528.01	-44.388	.000	1651.345
22.500	2	526.25	844.21	-2153.76	-80.277	.000	1256.343
40.001	3	-96.37	-130.61	-227.18	16.094	.000	898.609

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-199.73	3319.34	4329.88	-528.01	571.70	887.49
22.500	2	-120.21	-12.19	-2.67	-2223.33	595.82	844.21
40.001	3	-78.31	-74.98	-73.80	-227.18	-130.61	-96.37

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)
4.999	1	654.10	3636.71	-172.08	.00	.00	.00
22.500	2	-18.60	-3.47	-126.45	.00	.00	.00
40.001	3	-82.17	-83.09	-86.98	.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)
4.999	1	-53.01	879.05	-311.20	.000	.000	1716.614
22.500	2	519.41	914.34	-2295.07	.000	.000	1349.316
40.001	3	-112.71	-139.41	-252.35	.000	.000	953.964

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-172.08	654.10	3636.71	-311.20	-53.01	879.05
22.500	2	-126.45	-18.60	-3.47	-2295.07	519.41	914.34
40.001	3	-86.98	-83.09	-82.17	-252.35	-139.41	-112.71

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 91-35-100Mpa
 No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	54.00	53.86	40.26	.706
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	3113.29	4077.80	-205.35	.00	.10	.00
22.500	2	-15.80	-2.67	-125.10	.00	14.52	.00
40.001	3	-84.80	-86.28	-90.05	.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)
4.999	1	536.29	837.70	-500.78	-38.567	.000	1254.620
22.500	2	536.97	866.05	-2202.72	-82.431	.000	842.710
40.001	3	-54.52	-75.99	-130.63	9.177	.000	485.784

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-205.35	3113.29	4077.80	-500.78	536.29	837.70
22.500	2	-127.00	-13.90	-2.67	-2250.25	584.50	866.05
40.001	3	-90.05	-86.28	-84.80	-130.63	-75.99	-54.52

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)
4.999	1	424.78	3365.31	-176.52	.00	.00	.00
22.500	2	-19.69	-3.59	-135.09	.00	.00	.00
40.001	3	-95.10	-96.28	-100.73	.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)
4.999	1	-93.11	825.81	-281.01	.000	.000	1301.914
22.500	2	535.68	939.11	-2356.93	.000	.000	915.082
40.001	3	-64.47	-81.51	-146.12	.000	.000	518.851

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-176.52	424.78	3365.31	-281.01	-93.10	825.81
22.500	2	-135.09	-19.69	-3.59	-2356.93	535.69	939.11
40.001	3	-100.73	-96.28	-95.10	-146.12	-81.51	-64.47

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 91-35-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	55.00	54.81	40.26	.706
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	3029.48	3973.66	-207.83	.00	.09	.00
22.500	2	-16.23	-2.65	-128.55	.00	13.48	.00
40.001	3	-89.91	-91.53	-95.50	.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)
4.999	1	522.01	817.06	-489.65	-36.202	.000	1110.658
22.500	2	541.65	876.11	-2224.62	-83.385	.000	692.030
40.001	3	-38.27	-54.00	-92.36	6.463	.000	334.626

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-207.83	3029.48	3973.66	-489.65	522.01	817.06
22.500	2	-130.14	-14.63	-2.65	-2263.90	580.93	876.11
40.001	3	-95.50	-91.53	-89.91	-92.36	-54.00	-38.27

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)
4.999	1	330.84	3252.67	-178.48	.00	.00	.00
22.500	2	-20.18	-3.63	-139.06	.00	.00	.00
40.001	3	-101.13	-102.43	-107.14	.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)
4.999	1	-109.43	803.64	-268.59	.000	.000	1150.636
22.500	2	542.92	950.59	-2384.88	.000	.000	755.902
40.001	3	-45.47	-58.05	-103.62	.000	.000	358.363

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-178.48	330.84	3252.67	-268.59	-109.43	803.64
22.500	2	-139.06	-20.18	-3.63	-2384.88	542.92	950.59
40.001	3	-107.14	-102.43	-101.13	-103.62	-58.05	-45.47

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 94-15-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	142.00	141.99	71.00	.770
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2756.52	3559.84	-264.63	.00	.09	.00
12.500	2	-31.53	-15.42	-197.11	.00	15.43	.00
20.001	3	-131.57	-134.64	-140.12	.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)
4.999	1	483.18	734.22	-460.93	-35.837	.000	1357.400
12.500	2	301.79	455.01	-1272.48	-31.460	.000	1284.033
20.001	3	-158.51	-247.54	-406.59	24.167	.000	1172.138

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-264.63	2756.52	3559.84	-460.93	483.18	734.22
12.500	2	-198.53	-30.11	-15.42	-1286.03	315.35	455.01
20.001	3	-140.12	-134.64	-131.57	-406.59	-247.54	-158.51

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)
4.999	1	374.30	2924.09	-175.24	.00	.00	.00
12.500	2	-45.38	-8.23	-164.90	.00	.00	.00
20.001	3	-136.71	-140.52	-145.92	.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)
4.999	1	-78.23	718.58	-249.96	.000	.000	1404.186
12.500	2	107.12	460.41	-1029.21	.000	.000	1358.959
20.001	3	-156.20	-266.71	-423.37	.000	.000	1252.831

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-175.24	374.30	2924.09	-249.96	-78.23	718.58
12.500	2	-164.90	-45.38	-8.23	-1029.21	107.12	460.41
20.001	3	-145.92	-140.52	-136.71	-423.38	-266.71	-156.20

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 94-15-100Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	156.00	155.56	71.00	.770
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2294.67	2934.03	-287.71	.00	.08	.00
12.500	2	-35.88	-16.54	-223.14	.00	10.23	.00
20.001	3	-160.33	-164.41	-170.93	.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)
4.999	1	408.27	608.07	-398.72	-23.719	.000	837.712
12.500	2	308.60	476.48	-1316.52	-31.751	.000	753.334
20.001	3	-94.25	-153.40	-248.02	13.828	.000	646.207

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-287.71	2294.67	2934.03	-398.72	408.27	608.07
12.500	2	-223.70	-35.32	-16.54	-1321.36	313.44	476.48
20.001	3	-170.93	-164.41	-160.33	-248.02	-153.40	-94.25

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)
4.999	1	-124.24	2243.88	-190.28	.00	.00	.00
12.500	2	-51.92	-8.15	-186.73	.00	.00	.00
20.001	3	-162.29	-167.77	-173.73	.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)
4.999	1	-159.41	580.63	-180.05	.000	.000	847.437
12.500	2	104.70	484.55	-1065.22	.000	.000	790.024
20.001	3	-86.14	-165.61	-252.04	.000	.000	690.945

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-190.28	-124.24	2243.88	-180.05	-159.41	580.63
12.500	2	-186.73	-51.92	-8.15	-1065.22	104.70	484.55
20.001	3	-173.73	-167.77	-162.29	-252.04	-165.61	-86.14

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 94-15-150Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	163.00	162.67	71.00	.770
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2092.62	2651.40	-299.60	.00	.07	.00
12.500	2	-38.16	-17.03	-237.16	.00	7.59	.00
20.001	3	-176.46	-181.11	-188.22	.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)
4.999	1	376.17	550.79	-371.40	-18.634	.000	646.040
12.500	2	312.30	487.70	-1339.15	-31.717	.000	556.830
20.001	3	-68.41	-113.38	-182.07	9.772	.000	451.349

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-299.60	2092.62	2651.40	-371.40	376.17	550.79
12.500	2	-237.45	-37.87	-17.03	-1341.55	314.70	487.70
20.001	3	-188.22	-181.11	-176.46	-182.07	-113.38	-68.41

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)
4.999	1	-336.30	1936.95	-197.59	.00	.00	.00
12.500	2	-55.50	-7.82	-197.78	.00	.00	.00
20.001	3	-175.40	-181.93	-188.08	.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)
4.999	1	-192.79	517.61	-149.44	.000	.000	640.358
12.500	2	101.16	496.92	-1079.60	.000	.000	577.853
20.001	3	-59.29	-122.40	-181.91	.000	.000	481.837

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-336.30	-197.59	1936.95	-192.79	-149.44	517.61
12.500	2	-197.78	-55.50	-7.82	-1079.60	101.17	496.92
20.001	3	-188.08	-181.93	-175.40	-181.91	-122.40	-59.29

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 94-25-50Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	117.00	117.22	71.00	.770
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2630.66	3341.80	-266.82	.00	.08	.00
17.500	2	-21.31	-4.94	-161.03	.00	23.03	.00
30.001	3	-91.03	-92.83	-96.77	.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)
4.999	1	465.48	687.71	-439.98	-31.395	.000	1302.881
17.500	2	313.80	502.29	-1295.42	-37.496	.000	1150.202
30.001	3	-114.18	-166.30	-280.78	18.728	.000	983.776

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-266.82	2630.67	3341.80	-439.98	465.48	687.71
17.500	2	-164.73	-17.61	-4.94	-1338.01	356.39	502.29
30.001	3	-96.77	-92.83	-91.03	-280.78	-166.30	-114.18

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)
4.999	1	146.12	2639.91	-189.85	.00	.00	.00
17.500	2	-33.55	-3.53	-153.27	.00	.00	.00
30.001	3	-100.18	-101.90	-106.37	.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)
4.999	1	-116.60	662.71	-221.59	.000	.000	1333.914
17.500	2	181.96	527.76	-1196.90	.000	.000	1224.352
30.001	3	-129.11	-179.18	-308.60	.000	.000	1050.207

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-189.85	146.12	2639.91	-221.59	-116.60	662.71
17.500	2	-153.27	-33.55	-3.53	-1196.90	181.96	527.76
30.001	3	-106.37	-101.90	-100.18	-308.60	-179.18	-129.11

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 94-25-100Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	125.00	124.86	71.00	.770
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2349.75	2982.98	-278.01	.00	.08	.00
17.500	2	-23.37	-5.05	-175.47	.00	18.15	.00
30.001	3	-110.54	-112.99	-117.66	.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)
4.999	1	418.38	616.26	-402.80	-23.825	.000	871.844
17.500	2	318.83	516.94	-1325.69	-38.534	.000	706.971
30.001	3	-67.51	-102.98	-170.69	11.079	.000	545.625

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-278.01	2349.75	2982.98	-402.80	418.38	616.26
17.500	2	-177.61	-21.24	-5.05	-1348.78	341.93	516.94
30.001	3	-117.66	-112.99	-110.54	-170.69	-102.98	-67.51

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)
4.999	1	-155.08	2255.11	-196.68	.00	.00	.00
17.500	2	-36.52	-3.67	-168.38	.00	.00	.00
30.001	3	-121.93	-124.38	-129.65	.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)
4.999	1	-167.42	585.76	-180.42	.000	.000	879.768
17.500	2	189.82	544.97	-1235.93	.000	.000	755.526
30.001	3	-76.18	-111.69	-188.08	.000	.000	586.853

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-196.68	-155.08	2255.11	-180.42	-167.42	585.76
17.500	2	-168.38	-36.52	-3.67	-1235.93	189.82	544.97
30.001	3	-129.65	-124.38	-121.93	-188.08	-111.69	-76.18

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 94-25-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	129.00	128.75	71.00	.770
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2226.24	2821.03	-283.57	.00	.07	.00
17.500	2	-24.45	-5.03	-183.00	.00	15.59	.00
30.001	3	-121.04	-123.86	-128.90	.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)
4.999	1	397.97	583.84	-386.35	-20.540	.000	711.585
17.500	2	321.25	524.84	-1341.19	-39.008	.000	541.538
30.001	3	-48.64	-75.88	-124.67	7.970	.000	381.728

Principal Stresses and Strains							
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-283.57	2226.25	2821.03	-386.35	397.97	583.84
17.500	2	-184.52	-22.93	-5.03	-1357.12	337.18	524.84
30.001	3	-128.90	-123.86	-121.04	-124.67	-75.88	-48.64

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)
4.999	1	-287.46	2080.65	-200.05	.00	.00	.00
17.500	2	-38.08	-3.66	-176.27	.00	.00	.00
30.001	3	-133.49	-136.37	-142.05	.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)
4.999	1	-189.40	550.63	-162.09	.000	.000	709.484
17.500	2	193.30	554.29	-1255.56	.000	.000	578.882
30.001	3	-54.67	-82.55	-137.38	.000	.000	411.958

Principal Stresses and Strains							
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-287.46	-200.05	2080.65	-189.40	-162.09	550.63
17.500	2	-176.27	-38.08	-3.66	-1255.56	193.30	554.29
30.001	3	-142.05	-136.37	-133.49	-137.38	-82.55	-54.67

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 94-35-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	98.00	97.89	71.00	.770
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2655.86	3377.50	-255.33	.00	.08	.00
22.500	2	-15.05	-.23	-129.62	.00	22.81	.00
40.001	3	-67.08	-68.15	-71.18	.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)
4.999	1	468.83	694.34	-440.92	-30.217	.000	1294.224
22.500	2	310.52	514.86	-1269.46	-43.874	.000	1051.438
40.001	3	-87.76	-118.55	-206.50	14.553	.000	842.371

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-255.33	2655.86	3377.50	-440.92	468.83	694.34
22.500	2	-133.99	-10.68	-.24	-1329.79	370.85	514.86
40.001	3	-71.18	-68.15	-67.08	-206.50	-118.55	-87.76

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)
4.999	1	77.74	2643.33	-192.98	.00	.00	.00
22.500	2	-21.51	-.36	-135.08	.00	.00	.00
40.001	3	-74.29	-75.14	-78.65	.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)
4.999	1	-133.71	668.04	-218.31	.000	.000	1319.428
22.500	2	264.52	556.24	-1301.74	.000	.000	1119.075
40.001	3	-101.54	-126.44	-228.18	.000	.000	891.149

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-192.98	77.74	2643.33	-218.31	-133.71	668.04
22.500	2	-135.08	-21.51	-.36	-1301.74	264.52	556.24
40.001	3	-78.65	-75.14	-74.29	-228.18	-126.44	-101.54

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 94-35-100Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	103.00	102.89	71.00	.770
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2468.54	3146.47	-262.16	.00	.08	.00
22.500	2	-16.16	-.19	-138.82	.00	19.52	.00
40.001	3	-81.28	-82.73	-86.33	.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)
4.999	1	436.87	648.72	-416.48	-25.215	.000	929.183
22.500	2	315.87	525.36	-1293.70	-45.006	.000	674.816
40.001	3	-52.07	-73.04	-125.23	8.717	.000	469.491

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-262.16	2468.54	3146.47	-416.48	436.87	648.72
22.500	2	-141.86	-13.13	-.19	-1333.49	355.66	525.36
40.001	3	-86.33	-82.73	-81.28	-125.23	-73.04	-52.07

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)
4.999	1	-116.56	2399.47	-196.59	.00	.00	.00
22.500	2	-22.89	-.42	-145.33	.00	.00	.00
40.001	3	-90.82	-92.01	-96.23	.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)
4.999	1	-166.82	619.44	-191.83	.000	.000	939.266
22.500	2	273.31	568.16	-1333.20	.000	.000	725.507
40.001	3	-61.05	-78.42	-139.60	.000	.000	500.574

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-196.59	-116.55	2399.47	-191.83	-166.82	619.44
22.500	2	-145.33	-22.89	-.42	-1333.20	273.31	568.16
40.001	3	-96.23	-92.01	-90.82	-139.60	-78.42	-61.05

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 94-35-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	105.00	105.39	71.00	.770
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2386.06	3042.63	-265.51	.00	.07	.00
22.500	2	-16.72	-.13	-143.54	.00	17.82	.00
40.001	3	-88.72	-90.38	-94.27	.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)
4.999	1	422.95	628.12	-405.67	-23.032	.000	792.421
22.500	2	318.46	531.00	-1306.00	-45.568	.000	533.325
40.001	3	-37.50	-53.58	-91.17	6.305	.000	328.751

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-265.51	2386.06	3042.62	-405.67	422.95	628.12
22.500	2	-146.00	-14.27	-.13	-1337.45	349.91	531.00
40.001	3	-94.27	-90.38	-88.72	-91.17	-53.58	-37.50

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)
4.999	1	-202.15	2289.44	-198.35	.00	.00	.00
22.500	2	-23.59	-.41	-150.62	.00	.00	.00
40.001	3	-99.52	-100.92	-105.50	.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)
4.999	1	-181.23	597.39	-180.04	.000	.000	795.906
22.500	2	277.71	574.63	-1349.41	.000	.000	576.498
40.001	3	-44.23	-57.70	-102.03	.000	.000	351.859

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-202.15	-198.35	2289.44	-181.23	-180.04	597.39
22.500	2	-150.62	-23.59	-.41	-1349.41	277.71	574.63
40.001	3	-105.50	-100.92	-99.52	-102.03	-57.70	-44.23

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 97-15-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	180.00	180.19	98.00	.650
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2587.53	3324.08	-286.97	.00	.09	.00
7.500	2	-198.93	-222.02	-273.22	.00	9.68	.00
20.001	3	-128.47	-131.42	-136.80	.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)
4.999	1	457.06	687.24	-441.22	-33.656	.000	1307.691
7.500	2	-142.04	-315.06	-698.63	30.401	.000	1295.181
20.001	3	-155.40	-241.03	-396.95	23.575	.000	1154.980

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-286.97	2587.53	3324.08	-441.22	457.06	687.24
7.500	2	-274.46	-222.02	-197.69	-707.93	-315.06	-132.74
20.001	3	-136.80	-131.42	-128.47	-396.95	-241.03	-155.40

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)
4.999	1	309.73	2712.35	-175.25	.00	.00	.00
7.500	2	-177.29	-190.68	-175.86	.00	.00	.00
20.001	3	-132.86	-136.57	-141.82	.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)
4.999	1	-81.14	669.68	-232.69	.000	.000	1350.573
7.500	2	-271.95	-372.28	-261.23	.000	.000	1347.726
20.001	3	-151.78	-259.25	-411.47	.000	.000	1232.308

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-175.25	309.73	2712.35	-232.69	-81.14	669.68
7.500	2	-190.68	-177.29	-175.86	-372.28	-271.95	-261.23
20.001	3	-141.82	-136.57	-132.86	-411.47	-259.25	-151.78

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 97-15-100Mpa
 No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	194.00	194.17	98.00	.650
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2150.95	2736.07	-308.46	.00	.08	.00
12.500	2	-36.25	-16.67	-231.95	.00	12.01	.00
20.001	3	-158.74	-162.74	-169.22	.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)
4.999	1	386.01	568.86	-382.55	-22.194	.000	800.814
12.500	2	261.46	397.57	-1099.17	-25.268	.000	731.807
20.001	3	-93.60	-151.57	-245.53	13.626	.000	641.146

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-308.46	2150.95	2736.07	-382.55	386.01	568.86
12.500	2	-232.69	-35.52	-16.67	-1104.28	266.57	397.57
20.001	3	-169.22	-162.74	-158.74	-245.53	-151.57	-93.60

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)
4.999	1	-159.79	2074.63	-188.99	.00	.00	.00
12.500	2	-54.25	-6.41	-185.75	.00	.00	.00
20.001	3	-159.59	-165.04	-170.87	.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)
4.999	1	-157.80	540.46	-166.93	.000	.000	808.681
12.500	2	66.96	399.57	-847.25	.000	.000	766.399
20.001	3	-84.27	-163.34	-247.89	.000	.000	684.258

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-188.99	-159.78	2074.63	-166.93	-157.80	540.46
12.500	2	-185.75	-54.25	-6.41	-847.25	66.96	399.57
20.001	3	-170.87	-165.04	-159.59	-247.89	-163.34	-84.27

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 97-15-150Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	201.00	201.61	98.00	.650
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	1956.81	2465.62	-319.83	.00	.07	.00
12.500	2	-38.58	-17.19	-246.38	.00	8.80	.00
20.001	3	-176.15	-180.76	-187.87	.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)
4.999	1	355.09	514.09	-356.36	-17.314	.000	612.980
12.500	2	266.18	409.46	-1125.24	-25.459	.000	538.992
20.001	3	-68.47	-112.99	-181.74	9.676	.000	449.598

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-319.83	1956.81	2465.62	-356.36	355.09	514.09
12.500	2	-246.75	-38.21	-17.19	-1127.73	268.67	409.46
20.001	3	-187.87	-180.76	-176.15	-181.74	-112.99	-68.47

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)
4.999	1	-362.57	1781.54	-195.85	.00	.00	.00
12.500	2	-57.93	-6.07	-197.05	.00	.00	.00
20.001	3	-173.53	-180.12	-186.15	.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)
4.999	1	-189.75	480.29	-137.65	.000	.000	606.081
12.500	2	65.26	412.57	-866.29	.000	.000	558.511
20.001	3	-58.09	-121.74	-180.04	.000	.000	478.927

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-362.57	-195.85	1781.54	-189.75	-137.65	480.29
12.500	2	-197.05	-57.93	-6.07	-866.29	65.27	412.57
20.001	3	-186.15	-180.12	-173.53	-180.04	-121.74	-58.09

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 97-25-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	153.00	152.68	98.00	.650
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2389.84	3000.23	-293.91	.00	.08	.00
17.500	2	-21.12	-4.00	-168.14	.00	26.30	.00
30.001	3	-86.36	-88.03	-91.79	.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)
4.999	1	428.32	619.06	-410.36	-27.473	.000	1210.429
17.500	2	256.29	407.67	-1043.70	-28.566	.000	1087.566
30.001	3	-108.86	-157.19	-266.32	17.745	.000	952.614

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-293.91	2389.84	3000.23	-410.36	428.32	619.06
17.500	2	-172.70	-16.55	-4.00	-1084.05	296.64	407.67
30.001	3	-91.79	-88.03	-86.36	-266.32	-157.19	-108.86

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)
4.999	1	5.21	2311.11	-193.51	.00	.00	.00
17.500	2	-35.78	-1.71	-154.32	.00	.00	.00
30.001	3	-94.55	-96.17	-100.39	.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)
4.999	1	-131.05	589.55	-193.15	.000	.000	1232.258
17.500	2	123.31	424.61	-924.81	.000	.000	1153.258
30.001	3	-121.90	-169.06	-291.25	.000	.000	1014.137

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-193.51	5.21	2311.11	-193.15	-131.05	589.55
17.500	2	-154.32	-35.78	-1.71	-924.81	123.31	424.61
30.001	3	-100.39	-96.17	-94.55	-291.25	-169.06	-121.90

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 97-25-100Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	161.00	160.85	98.00	.650
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2138.39	2682.55	-303.84	.00	.07	.00
17.500	2	-23.20	-4.16	-182.65	.00	20.64	.00
30.001	3	-107.15	-109.50	-114.04	.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)
4.999	1	385.93	555.98	-377.27	-20.737	.000	800.042
17.500	2	262.27	422.07	-1076.03	-29.734	.000	665.382
30.001	3	-65.64	-99.61	-165.44	10.700	.000	534.557

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-303.84	2138.39	2682.55	-377.27	385.93	555.98
17.500	2	-185.28	-20.57	-4.16	-1098.09	284.34	422.07
30.001	3	-114.04	-109.50	-107.15	-165.44	-99.61	-65.64

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)
4.999	1	-260.26	1972.75	-199.06	.00	.00	.00
17.500	2	-38.75	-1.91	-169.49	.00	.00	.00
30.001	3	-117.56	-119.95	-125.02	.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)
4.999	1	-175.92	521.90	-156.80	.000	.000	801.403
17.500	2	132.02	441.26	-965.23	.000	.000	708.345
30.001	3	-73.27	-107.90	-181.36	.000	.000	573.666

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-260.26	-199.06	1972.75	-175.92	-156.80	521.90
17.500	2	-169.49	-38.75	-1.91	-965.23	132.02	441.26
30.001	3	-125.02	-119.95	-117.56	-181.36	-107.90	-73.27

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 97-25-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	165.00	165.16	98.00	.650
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2024.63	2534.59	-308.98	.00	.07	.00
17.500	2	-24.32	-4.15	-190.54	.00	17.60	.00
30.001	3	-118.77	-121.52	-126.48	.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)
4.999	1	367.06	526.42	-362.20	-17.732	.000	646.032
17.500	2	265.33	430.19	-1093.35	-30.304	.000	506.166
30.001	3	-47.81	-74.38	-122.33	7.778	.000	376.443

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^{-6})	E2 (10^{-6})	E3 (10^{-6})
4.999	1	-308.98	2024.63	2534.59	-362.20	367.06	526.42
17.500	2	-192.39	-22.48	-4.15	-1108.43	280.40	430.19
30.001	3	-126.48	-121.52	-118.77	-122.33	-74.38	-47.81

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)
4.999	1	-380.33	1814.35	-201.94	.00	.00	.00
17.500	2	-40.39	-1.91	-177.74	.00	.00	.00
30.001	3	-130.26	-133.13	-138.64	.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)
4.999	1	-195.86	489.98	-140.11	.000	.000	638.266
17.500	2	136.16	450.69	-986.56	.000	.000	538.875
30.001	3	-53.10	-80.84	-134.09	.000	.000	405.477

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^{-6})	E2 (10^{-6})	E3 (10^{-6})
4.999	1	-380.33	-201.94	1814.35	-195.86	-140.11	489.98
17.500	2	-177.74	-40.39	-1.91	-986.56	136.16	450.69
30.001	3	-138.64	-133.13	-130.26	-134.09	-80.84	-53.10

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 97-35-50Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	130.00	130.52	98.00	.650
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2371.75	2973.20	-284.13	.00	.07	.00
22.500	2	-14.85	1.02	-134.57	.00	25.58	.00
40.001	3	-62.48	-63.45	-66.28	.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)
4.999	1	424.87	612.82	-405.09	-25.058	.000	1162.776
22.500	2	244.32	408.50	-993.92	-32.941	.000	968.722
40.001	3	-82.07	-110.07	-192.30	13.541	.000	805.253

Principal Stresses and Strains							
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-284.13	2371.75	2973.20	-405.09	424.87	612.82
22.500	2	-139.81	-9.62	1.02	-1048.08	298.48	408.50
40.001	3	-66.28	-63.45	-62.48	-192.30	-110.07	-82.07

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)
4.999	1	-118.35	2241.95	-199.08	.00	.00	.00
22.500	2	-22.93	1.31	-137.39	.00	.00	.00
40.001	3	-68.91	-69.70	-72.96	.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)
4.999	1	-157.27	580.33	-182.50	.000	.000	1174.791
22.500	2	189.22	439.95	-994.66	.000	.000	1026.233
40.001	3	-94.24	-117.22	-211.65	.000	.000	849.643

Principal Stresses and Strains							
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-199.08	-118.35	2241.95	-182.50	-157.27	580.33
22.500	2	-137.39	-22.93	1.31	-994.66	189.22	439.95
40.001	3	-72.96	-69.70	-68.91	-211.65	-117.22	-94.24

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 97-35-100Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	136.00	136.14	98.00	.650
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2208.67	2774.46	-290.23	.00	.07	.00
22.500	2	-15.99	1.01	-143.97	.00	21.83	.00
40.001	3	-77.72	-79.09	-82.53	.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)
4.999	1	396.90	573.71	-384.00	-20.770	.000	821.626
22.500	2	250.08	418.67	-1019.02	-34.103	.000	616.354
40.001	3	-49.88	-69.74	-119.73	8.315	.000	455.914

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-290.23	2208.67	2774.46	-384.00	396.90	573.71
22.500	2	-147.59	-12.37	1.01	-1054.92	285.98	418.67
40.001	3	-82.53	-79.09	-77.72	-119.73	-69.74	-49.88

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)
4.999	1	-282.64	2034.55	-201.76	.00	.00	.00
22.500	2	-24.35	1.19	-147.81	.00	.00	.00
40.001	3	-86.54	-87.69	-91.71	.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)
4.999	1	-185.21	538.91	-159.93	.000	.000	820.792
22.500	2	198.09	451.34	-1026.20	.000	.000	659.328
40.001	3	-58.10	-74.81	-133.03	.000	.000	485.127

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-282.64	-201.76	2034.55	-185.21	-159.93	538.91
22.500	2	-147.81	-24.35	1.19	-1026.20	198.09	451.34
40.001	3	-91.71	-87.69	-86.54	-133.03	-74.81	-58.10

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 97-35-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	139.00	139.07	98.00	.650
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2134.33	2681.76	-293.36	.00	.07	.00
22.500	2	-16.60	1.06	-149.02	.00	19.80	.00
40.001	3	-86.08	-87.69	-91.47	.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)
4.999	1	384.31	555.38	-374.35	-18.836	.000	692.030
22.500	2	253.03	424.43	-1032.44	-34.711	.000	481.969
40.001	3	-36.40	-51.97	-88.46	6.097	.000	321.942

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-293.36	2134.33	2681.76	-374.35	384.31	555.38
22.500	2	-151.92	-13.70	1.06	-1060.56	281.16	424.43
40.001	3	-91.47	-87.69	-86.08	-88.46	-51.97	-36.40

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)
4.999	1	-357.46	1937.44	-203.13	.00	.00	.00
22.500	2	-25.10	1.18	-153.47	.00	.00	.00
40.001	3	-96.28	-97.66	-102.08	.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)
4.999	1	-197.76	519.40	-149.53	.000	.000	685.407
22.500	2	202.77	457.87	-1043.31	.000	.000	518.258
40.001	3	-42.67	-55.95	-98.72	.000	.000	344.051

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-357.46	-203.13	1937.44	-197.76	-149.53	519.40
22.500	2	-153.47	-25.10	1.18	-1043.31	202.77	457.87
40.001	3	-102.08	-97.66	-96.28	-98.72	-55.95	-42.67

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 100-15-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	223.00	223.21	96.00	.870
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2428.10	3104.36	-308.73	.00	.09	.00
12.500	2	-32.16	-15.62	-214.13	.00	21.29	.00
20.001	3	-124.73	-127.55	-132.79	.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)
4.999	1	432.30	643.63	-422.96	-31.726	.000	1263.533
12.500	2	216.17	316.21	-884.39	-19.642	.000	1216.793
20.001	3	-151.58	-233.24	-385.33	22.917	.000	1135.176

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-308.73	2428.10	3104.36	-422.96	432.30	643.63
12.500	2	-216.59	-29.70	-15.62	-899.26	231.03	316.21
20.001	3	-132.79	-127.55	-124.73	-385.33	-233.24	-151.58

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)
4.999	1	258.12	2520.05	-174.22	.00	.00	.00
12.500	2	-49.94	-4.68	-162.26	.00	.00	.00
20.001	3	-128.53	-132.09	-137.18	.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)
4.999	1	-82.08	624.77	-217.19	.000	.000	1303.341
12.500	2	38.05	311.76	-641.30	.000	.000	1283.884
20.001	3	-147.15	-250.44	-398.02	.000	.000	1209.117

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-174.22	258.12	2520.05	-217.19	-82.08	624.77
12.500	2	-162.26	-49.94	-4.68	-641.30	38.05	311.76
20.001	3	-137.18	-132.09	-128.53	-398.02	-250.44	-147.15

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 100-25-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	176.00	176.24	96.00	.870
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2259.01	2817.18	-309.43	.00	.08	.00
17.500	2	-20.93	-3.45	-172.01	.00	28.10	.00
30.001	3	-83.46	-85.04	-88.69	.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)
4.999	1	408.02	582.45	-394.62	-25.497	.000	1162.787
17.500	2	229.71	363.55	-927.56	-24.577	.000	1053.704
30.001	3	-105.56	-151.49	-257.32	17.146	.000	933.278

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-309.43	2259.01	2817.18	-394.62	408.02	582.45
17.500	2	-177.06	-15.87	-3.45	-966.30	268.46	363.55
30.001	3	-88.69	-85.04	-83.46	-257.32	-151.49	-105.56

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)
4.999	1	-61.17	2139.87	-194.59	.00	.00	.00
17.500	2	-37.04	-.65	-154.45	.00	.00	.00
30.001	3	-91.09	-92.64	-96.71	.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)
4.999	1	-136.87	550.95	-178.57	.000	.000	1180.326
17.500	2	97.85	376.60	-801.50	.000	.000	1114.951
30.001	3	-117.56	-162.74	-280.58	.000	.000	991.878

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-194.59	-61.17	2139.87	-178.57	-136.87	550.95
17.500	2	-154.45	-37.04	-.65	-801.50	97.85	376.60
30.001	3	-96.71	-92.64	-91.09	-280.58	-162.74	-117.56

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 100-25-100Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	189.00	189.14	96.00	.870
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2004.50	2495.21	-321.21	.00	.07	.00
17.500	2	-22.96	-3.55	-187.11	.00	22.32	.00
30.001	3	-104.33	-106.58	-111.01	.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)
4.999	1	365.25	518.60	-361.53	-18.972	.000	758.129
17.500	2	231.44	369.93	-940.19	-25.100	.000	640.024
30.001	3	-64.09	-96.78	-161.05	10.404	.000	525.722

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-321.21	2004.50	2495.21	-361.53	365.25	518.60
17.500	2	-190.09	-19.98	-3.55	-961.47	252.71	369.93
30.001	3	-111.01	-106.58	-104.33	-161.05	-96.78	-64.09

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)
4.999	1	-314.37	1802.84	-199.46	.00	.00	.00
17.500	2	-40.20	-.71	-169.53	.00	.00	.00
30.001	3	-114.06	-116.38	-121.29	.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)
4.999	1	-178.80	482.82	-142.89	.000	.000	756.209
17.500	2	102.46	384.37	-820.60	.000	.000	679.666
30.001	3	-71.06	-104.71	-175.96	.000	.000	563.238

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-314.37	-199.46	1802.84	-178.80	-142.89	482.82
17.500	2	-169.53	-40.20	-.71	-820.60	102.46	384.37
30.001	3	-121.29	-116.38	-114.06	-175.96	-104.71	-71.06

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 100-25-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	196.00	196.22	96.00	.870
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	1887.40	2342.97	-327.43	.00	.07	.00
17.500	2	-24.09	-3.52	-195.54	.00	19.10	.00
30.001	3	-116.40	-119.07	-123.94	.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)
4.999	1	345.88	488.24	-346.25	-16.037	.000	605.472
17.500	2	232.30	373.82	-947.30	-25.344	.000	483.551
30.001	3	-46.96	-72.77	-119.87	7.602	.000	371.438

		Principal Stresses and Strains					
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-327.43	1887.40	2342.97	-346.25	345.88	488.24
17.500	2	-197.64	-21.99	-3.52	-961.76	246.76	373.82
30.001	3	-123.94	-119.07	-116.40	-119.87	-72.77	-46.96

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)
4.999	1	-429.36	1643.18	-201.97	.00	.00	.00
17.500	2	-41.99	-.63	-177.96	.00	.00	.00
30.001	3	-127.15	-129.97	-135.33	.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)
4.999	1	-197.42	450.25	-126.36	.000	.000	594.845
17.500	2	104.55	389.12	-830.93	.000	.000	513.400
30.001	3	-51.73	-79.01	-130.89	.000	.000	399.446

		Principal Stresses and Strains					
Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-429.36	-201.97	1643.18	-197.42	-126.36	450.25
17.500	2	-177.96	-41.99	-.63	-830.93	104.56	389.12
30.001	3	-135.33	-129.97	-127.15	-130.89	-79.01	-51.73

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 100-35-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	142.00	141.75	96.00	.870
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2291.95	2860.72	-292.78	.00	.07	.00
22.500	2	-14.76	1.39	-135.94	.00	26.36	.00
40.001	3	-61.04	-61.97	-64.75	.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)
4.999	1	412.49	590.23	-395.24	-23.716	.000	1127.696
22.500	2	228.07	381.94	-926.03	-30.300	.000	945.813
40.001	3	-80.28	-107.39	-187.84	13.226	.000	793.503

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-292.78	2291.95	2860.72	-395.24	412.49	590.23
22.500	2	-141.43	-9.28	1.39	-978.27	280.32	381.94
40.001	3	-64.75	-61.97	-61.04	-187.84	-107.39	-80.28

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)
4.999	1	-166.99	2133.15	-200.33	.00	.00	.00
22.500	2	-23.35	1.81	-137.88	.00	.00	.00
40.001	3	-67.22	-67.99	-71.17	.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)
4.999	1	-162.55	556.24	-172.97	.000	.000	1136.483
22.500	2	171.23	410.87	-919.52	.000	.000	1000.592
40.001	3	-91.98	-114.32	-206.48	.000	.000	836.539

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-200.33	-166.99	2133.15	-172.97	-162.55	556.24
22.500	2	-137.88	-23.35	1.81	-919.52	171.23	410.87
40.001	3	-71.17	-67.99	-67.22	-206.48	-114.32	-91.98

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 100-35-100Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	150.00	150.09	96.00	.870
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2120.42	2649.46	-300.46	.00	.07	.00
22.500	2	-15.89	1.44	-145.65	.00	22.64	.00
40.001	3	-76.22	-77.56	-80.94	.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)
4.999	1	383.29	548.62	-373.23	-19.393	.000	787.784
22.500	2	230.44	386.29	-936.73	-30.899	.000	597.454
40.001	3	-48.97	-68.33	-117.42	8.150	.000	450.335

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-300.46	2120.42	2649.46	-373.23	383.29	548.62
22.500	2	-149.48	-12.05	1.44	-971.23	264.95	386.29
40.001	3	-80.94	-77.56	-76.22	-117.42	-68.33	-48.97

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)
4.999	1	-331.02	1915.52	-202.92	.00	.00	.00
22.500	2	-24.87	1.77	-148.40	.00	.00	.00
40.001	3	-84.76	-85.89	-89.82	.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)
4.999	1	-189.79	512.25	-149.76	.000	.000	783.835
22.500	2	176.24	415.85	-934.86	.000	.000	637.958
40.001	3	-56.90	-73.27	-130.30	.000	.000	478.783

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-331.02	-202.92	1915.52	-189.79	-149.76	512.25
22.500	2	-148.40	-24.87	1.77	-934.86	176.24	415.85
40.001	3	-89.82	-85.89	-84.76	-130.30	-73.27	-56.90

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 100-35-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	155.00	154.58	96.00	.870
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2041.12	2549.63	-304.47	.00	.07	.00
22.500	2	-16.49	1.52	-150.96	.00	20.57	.00
40.001	3	-84.75	-86.34	-90.05	.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)
4.999	1	369.96	528.87	-363.04	-17.431	.000	657.950
22.500	2	231.65	389.01	-942.68	-31.218	.000	464.241
40.001	3	-35.86	-51.14	-87.09	5.997	.000	318.684

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-304.47	2041.12	2549.63	-363.04	369.96	528.87
22.500	2	-154.04	-13.42	1.52	-969.56	258.53	389.00
40.001	3	-90.05	-86.34	-84.75	-87.09	-51.14	-35.86

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)
4.999	1	-405.95	1812.58	-204.24	.00	.00	.00
22.500	2	-25.69	1.81	-154.22	.00	.00	.00
40.001	3	-94.67	-96.03	-100.37	.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)
4.999	1	-202.01	491.28	-138.98	.000	.000	648.249
22.500	2	178.93	419.01	-943.58	.000	.000	498.167
40.001	3	-41.94	-55.04	-97.07	.000	.000	340.310

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-405.95	-204.24	1812.58	-202.01	-138.98	491.28
22.500	2	-154.22	-25.69	1.81	-943.58	178.93	419.01
40.001	3	-100.37	-96.03	-94.67	-97.07	-55.04	-41.94

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 103-15-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	150.00	149.64	71.00	.820
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2720.03	3508.68	-269.38	.00	.09	.00
12.500	2	-31.63	-15.44	-199.02	.00	16.04	.00
20.001	3	-130.98	-134.03	-139.49	.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)
4.999	1	477.55	724.01	-456.64	-35.352	.000	1346.348
12.500	2	290.26	436.26	-1219.88	-29.808	.000	1276.638
20.001	3	-157.93	-246.31	-404.78	24.050	.000	1168.806

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-269.38	2720.03	3508.68	-456.64	477.55	724.01
12.500	2	-200.54	-30.10	-15.44	-1233.62	304.00	436.26
20.001	3	-139.49	-134.03	-130.98	-404.78	-246.31	-157.93

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)
4.999	1	359.38	2877.63	-175.34	.00	.00	.00
12.500	2	-45.89	-7.86	-164.77	.00	.00	.00
20.001	3	-135.95	-139.75	-145.12	.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)
4.999	1	-79.05	707.91	-246.15	.000	.000	1392.225
12.500	2	97.08	440.22	-975.39	.000	.000	1350.661
20.001	3	-155.30	-265.29	-421.04	.000	.000	1248.798

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-175.34	359.38	2877.63	-246.15	-79.05	707.91
12.500	2	-164.77	-45.89	-7.86	-975.39	97.08	440.22
20.001	3	-145.12	-139.75	-135.95	-421.04	-265.29	-155.30

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 103-15-100Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	165.00	165.07	71.00	.820
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2256.47	2881.10	-293.13	.00	.08	.00
12.500	2	-36.00	-16.57	-225.50	.00	10.68	.00
20.001	3	-160.04	-164.10	-170.62	.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)
4.999	1	402.37	597.57	-394.38	-23.295	.000	827.547
12.500	2	295.22	454.05	-1254.65	-29.879	.000	747.554
20.001	3	-94.14	-153.05	-247.56	13.781	.000	645.108

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-293.13	2256.47	2881.10	-394.38	402.37	597.57
12.500	2	-226.10	-35.40	-16.57	-1259.56	300.13	454.05
20.001	3	-170.62	-164.10	-160.04	-247.56	-153.05	-94.14

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)
4.999	1	-134.96	2197.94	-190.07	.00	.00	.00
12.500	2	-52.54	-7.70	-186.57	.00	.00	.00
20.001	3	-161.68	-167.16	-173.09	.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)
4.999	1	-159.23	569.80	-176.45	.000	.000	836.692
12.500	2	93.61	460.35	-1002.54	.000	.000	783.651
20.001	3	-85.67	-165.15	-251.11	.000	.000	689.423

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-190.07	-134.96	2197.94	-176.45	-159.23	569.80
12.500	2	-186.57	-52.54	-7.70	-1002.54	93.61	460.35
20.001	3	-173.09	-167.16	-161.68	-251.11	-165.15	-85.67

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 103-15-150Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	173.00	173.23	71.00	.820
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2052.89	2596.67	-305.41	.00	.07	.00
12.500	2	-38.30	-17.07	-239.88	.00	7.92	.00
20.001	3	-176.51	-181.16	-188.27	.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)
4.999	1	370.02	539.95	-366.95	-18.228	.000	635.999
12.500	2	298.05	463.50	-1272.89	-29.750	.000	551.509
20.001	3	-68.48	-113.36	-182.12	9.748	.000	451.011

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-305.41	2052.89	2596.67	-366.95	370.02	539.95
12.500	2	-240.19	-37.99	-17.07	-1275.31	300.47	463.50
20.001	3	-188.27	-181.16	-176.51	-182.12	-113.36	-68.48

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)
4.999	1	-345.41	1890.39	-197.23	.00	.00	.00
12.500	2	-56.22	-7.32	-197.69	.00	.00	.00
20.001	3	-174.97	-181.52	-187.64	.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)
4.999	1	-192.17	506.51	-145.87	.000	.000	629.865
12.500	2	89.67	470.77	-1012.83	.000	.000	572.049
20.001	3	-58.95	-122.32	-181.48	.000	.000	481.163

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-345.41	-197.22	1890.39	-192.17	-145.87	506.51
12.500	2	-197.69	-56.22	-7.32	-1012.83	89.67	470.77
20.001	3	-187.64	-181.52	-174.97	-181.48	-122.32	-58.95

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 103-25-50Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	122.00	121.77	71.00	.820
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2596.00	3292.31	-270.60	.00	.08	.00
17.500	2	-21.29	-4.81	-162.05	.00	23.50	.00
30.001	3	-90.42	-92.20	-96.12	.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)
4.999	1	460.14	677.74	-435.67	-30.807	.000	1289.138
17.500	2	304.76	487.49	-1255.83	-36.070	.000	1141.145
30.001	3	-113.48	-165.11	-278.89	18.597	.000	979.668

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-270.60	2596.00	3292.31	-435.67	460.14	677.74
17.500	2	-165.87	-17.48	-4.81	-1298.16	347.09	487.49
30.001	3	-96.12	-92.20	-90.42	-278.89	-165.11	-113.48

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)
4.999	1	124.34	2591.56	-190.50	.00	.00	.00
17.500	2	-33.87	-3.28	-153.49	.00	.00	.00
30.001	3	-99.43	-101.15	-105.58	.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)
4.999	1	-118.98	652.02	-217.37	.000	.000	1318.739
17.500	2	172.47	511.62	-1153.76	.000	.000	1214.058
30.001	3	-128.15	-177.86	-306.31	.000	.000	1045.438

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-190.50	124.34	2591.56	-217.37	-118.98	652.02
17.500	2	-153.49	-33.87	-3.28	-1153.76	172.47	511.62
30.001	3	-105.58	-101.15	-99.43	-306.31	-177.86	-128.15

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 103-25-100Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	130.00	130.27	71.00	.820
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2314.14	2932.01	-282.22	.00	.07	.00
17.500	2	-23.36	-4.91	-176.69	.00	18.55	.00
30.001	3	-110.07	-112.50	-117.15	.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)
4.999	1	412.92	606.01	-398.44	-23.278	.000	859.215
17.500	2	308.57	499.82	-1280.39	-36.914	.000	699.808
30.001	3	-67.25	-102.51	-169.95	11.023	.000	544.012

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-282.22	2314.14	2932.01	-398.44	412.92	606.01
17.500	2	-178.91	-21.15	-4.91	-1303.33	331.51	499.82
30.001	3	-117.15	-112.50	-110.07	-169.95	-102.51	-67.25

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)
4.999	1	-174.51	2206.39	-197.22	.00	.00	.00
17.500	2	-36.89	-3.39	-168.66	.00	.00	.00
30.001	3	-121.30	-123.74	-128.98	.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)
4.999	1	-169.20	574.83	-176.30	.000	.000	865.911
17.500	2	179.05	526.24	-1186.44	.000	.000	747.390
30.001	3	-75.74	-111.17	-187.11	.000	.000	584.920

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-197.22	-174.51	2206.39	-176.30	-169.20	574.83
17.500	2	-168.66	-36.89	-3.39	-1186.44	179.05	526.24
30.001	3	-128.98	-123.74	-121.30	-187.11	-111.17	-75.74

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 103-25-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	135.00	134.66	71.00	.820
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2189.63	2768.63	-288.03	.00	.07	.00
17.500	2	-24.45	-4.88	-184.39	.00	15.94	.00
30.001	3	-120.73	-123.54	-128.58	.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)
4.999	1	392.37	573.31	-381.90	-20.001	.000	699.110
17.500	2	310.40	506.57	-1293.08	-37.294	.000	534.901
30.001	3	-48.52	-75.69	-124.36	7.941	.000	380.948

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-288.03	2189.63	2768.63	-381.90	392.37	573.31
17.500	2	-185.96	-22.87	-4.88	-1308.86	326.17	506.57
30.001	3	-128.58	-123.54	-120.73	-124.36	-75.69	-48.52

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)
4.999	1	-306.18	2031.05	-200.54	.00	.00	.00
17.500	2	-38.50	-3.35	-176.63	.00	.00	.00
30.001	3	-133.03	-135.91	-141.56	.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)
4.999	1	-190.95	539.43	-157.94	.000	.000	695.848
17.500	2	181.92	534.28	-1202.96	.000	.000	571.363
30.001	3	-54.43	-82.33	-136.91	.000	.000	410.990

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-306.18	-200.54	2031.05	-190.95	-157.94	539.43
17.500	2	-176.63	-38.50	-3.35	-1202.96	181.92	534.28
30.001	3	-141.56	-135.91	-133.03	-136.91	-82.33	-54.43

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 103-35-50Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	101.00	100.46	71.00	.820
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2629.91	3340.37	-257.84	.00	.08	.00
22.500	2	-15.04	-.13	-130.07	.00	23.06	.00
40.001	3	-66.70	-67.76	-70.77	.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)
4.999	1	464.82	686.84	-437.60	-29.721	.000	1281.753
22.500	2	303.89	504.34	-1241.96	-42.770	.000	1043.790
40.001	3	-87.29	-117.85	-205.32	14.468	.000	839.294

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-257.84	2629.91	3340.37	-437.60	464.82	686.84
22.500	2	-134.52	-10.59	-.13	-1301.78	363.71	504.34
40.001	3	-70.77	-67.76	-66.70	-205.32	-117.85	-87.29

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)
4.999	1	58.40	2605.85	-193.64	.00	.00	.00
22.500	2	-21.63	-.21	-135.33	.00	.00	.00
40.001	3	-73.84	-74.69	-78.18	.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)
4.999	1	-136.16	659.92	-214.92	.000	.000	1305.645
22.500	2	256.87	544.75	-1270.98	.000	.000	1110.479
40.001	3	-100.93	-125.68	-226.81	.000	.000	887.704

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-193.64	58.40	2605.85	-214.92	-136.16	659.92
22.500	2	-135.33	-21.63	-.21	-1270.98	256.87	544.75
40.001	3	-78.18	-74.69	-73.84	-226.81	-125.68	-100.93

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 103-35-100Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	106.00	105.94	71.00	.820
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2440.91	3106.70	-265.00	.00	.08	.00
22.500	2	-16.15	-.07	-139.38	.00	19.76	.00
40.001	3	-80.96	-82.40	-85.99	.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)
4.999	1	432.62	640.68	-412.97	-24.715	.000	917.154
22.500	2	308.28	513.19	-1262.10	-43.738	.000	668.382
40.001	3	-51.87	-72.75	-124.74	8.680	.000	468.249

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-265.00	2440.91	3106.69	-412.97	432.62	640.68
22.500	2	-142.48	-13.06	-.07	-1301.50	347.68	513.19
40.001	3	-85.99	-82.40	-80.96	-124.74	-72.75	-51.87

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)
4.999	1	-135.83	2359.76	-197.25	.00	.00	.00
22.500	2	-23.04	-.26	-145.64	.00	.00	.00
40.001	3	-90.43	-91.63	-95.83	.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)
4.999	1	-169.11	610.76	-188.31	.000	.000	925.956
22.500	2	264.52	554.85	-1297.77	.000	.000	718.222
40.001	3	-60.78	-78.10	-139.01	.000	.000	499.162

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-197.25	-135.82	2359.76	-188.31	-169.11	610.76
22.500	2	-145.64	-23.04	-.26	-1297.77	264.52	554.84
40.001	3	-95.83	-91.63	-90.43	-139.01	-78.10	-60.78

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 106-15-100Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	15.000	120.00	119.26	65.00	.620
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2463.98	3171.53	-264.71	.00	.08	.00
12.500	2	-35.24	-16.37	-212.55	.00	8.45	.00
20.001	3	-160.50	-164.61	-171.13	.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)
4.999	1	434.32	655.43	-418.40	-25.783	.000	886.469
12.500	2	376.35	589.95	-1630.78	-41.533	.000	779.739
20.001	3	-94.16	-153.78	-248.29	13.976	.000	648.871

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-264.71	2463.99	3171.53	-418.40	434.32	655.43
12.500	2	-212.95	-34.83	-16.37	-1635.33	380.90	589.95
20.001	3	-171.13	-164.61	-160.50	-248.29	-153.78	-94.16

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)
4.999	1	-64.42	2456.21	-190.11	.00	.00	.00
12.500	2	-49.12	-10.01	-186.44	.00	.00	.00
20.001	3	-164.02	-169.42	-175.51	.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)
4.999	1	-157.74	629.96	-197.02	.000	.000	899.627
12.500	2	164.61	607.43	-1389.78	.000	.000	819.385
20.001	3	-88.00	-166.33	-254.63	.000	.000	695.362

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-190.11	-64.41	2456.21	-197.02	-157.73	629.96
12.500	2	-186.44	-49.12	-10.01	-1389.78	164.61	607.43
20.001	3	-175.51	-169.42	-164.02	-254.63	-166.33	-88.00

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 106-25-50Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	96.00	96.05	65.00	.620
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2811.75	3601.77	-247.81	.00	.09	.00
17.500	2	-21.31	-5.60	-155.68	.00	20.65	.00
30.001	3	-93.85	-95.72	-99.78	.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)
4.999	1	493.31	740.20	-462.80	-34.599	.000	1377.442
17.500	2	365.82	586.69	-1522.85	-45.818	.000	1197.857
30.001	3	-117.43	-171.76	-289.50	19.345	.000	1003.002

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-247.81	2811.75	3601.77	-462.80	493.31	740.20
17.500	2	-158.78	-18.21	-5.60	-1566.45	409.42	586.69
30.001	3	-99.78	-95.72	-93.85	-289.50	-171.76	-117.43

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)
4.999	1	268.05	2897.53	-185.86	.00	.00	.00
17.500	2	-31.94	-4.77	-151.78	.00	.00	.00
30.001	3	-103.65	-105.42	-110.04	.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)
4.999	1	-102.47	719.25	-244.31	.000	.000	1416.555
17.500	2	237.91	619.86	-1446.51	.000	.000	1278.556
30.001	3	-133.71	-185.25	-319.27	.000	.000	1072.584

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-185.86	268.05	2897.53	-244.31	-102.47	719.25
17.500	2	-151.78	-31.94	-4.77	-1446.51	237.91	619.86
30.001	3	-110.04	-105.42	-103.65	-319.27	-185.25	-133.71

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 106-25-100Mpa
 No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	100.00	100.90	65.00	.620
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2529.80	3242.51	-257.66	.00	.08	.00
17.500	2	-23.34	-5.75	-169.23	.00	16.20	.00
30.001	3	-112.35	-114.84	-119.59	.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)
4.999	1	445.90	668.62	-425.18	-26.765	.000	939.362
17.500	2	375.69	610.99	-1576.36	-47.654	.000	744.347
30.001	3	-68.56	-104.73	-173.49	11.311	.000	552.205

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-257.66	2529.80	3242.51	-425.18	445.90	668.62
17.500	2	-171.01	-21.56	-5.75	-1600.13	399.46	610.99
30.001	3	-119.59	-114.84	-112.35	-173.49	-104.73	-68.56

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)
4.999	1	-46.26	2507.93	-193.17	.00	.00	.00
17.500	2	-34.67	-5.02	-166.45	.00	.00	.00
30.001	3	-124.43	-126.89	-132.29	.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)
4.999	1	-156.24	641.95	-202.15	.000	.000	954.277
17.500	2	251.18	647.86	-1511.96	.000	.000	798.010
30.001	3	-78.04	-113.66	-191.91	.000	.000	594.792

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-193.17	-46.26	2507.93	-202.15	-156.24	641.95
17.500	2	-166.45	-34.67	-5.02	-1511.96	251.18	647.86
30.001	3	-132.29	-126.89	-124.43	-191.91	-113.66	-78.04

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 106-25-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	25.000	103.00	103.25	65.00	.620
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2408.80	3084.34	-262.40	.00	.08	.00
17.500	2	-24.35	-5.77	-176.03	.00	13.96	.00
30.001	3	-121.87	-124.70	-129.78	.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)
4.999	1	425.83	636.94	-408.92	-23.427	.000	777.872
17.500	2	380.36	623.40	-1602.71	-48.498	.000	576.233
30.001	3	-48.99	-76.38	-125.52	8.077	.000	384.461

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^{-6})	E2 (10^{-6})	E3 (10^{-6})
4.999	1	-262.40	2408.80	3084.34	-408.92	425.83	636.94
17.500	2	-177.30	-23.08	-5.77	-1619.38	397.02	623.40
30.001	3	-129.78	-124.70	-121.87	-125.52	-76.38	-48.99

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)
4.999	1	-182.00	2335.37	-196.70	.00	.00	.00
17.500	2	-36.06	-5.07	-173.80	.00	.00	.00
30.001	3	-135.02	-137.87	-143.64	.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)
4.999	1	-179.17	607.51	-183.76	.000	.000	782.457
17.500	2	257.14	662.24	-1543.88	.000	.000	618.242
30.001	3	-55.63	-83.13	-138.92	.000	.000	415.428

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^{-6})	E2 (10^{-6})	E3 (10^{-6})
4.999	1	-196.70	-182.00	2335.37	-183.76	-179.17	607.51
17.500	2	-173.80	-36.06	-5.07	-1543.88	257.14	662.24
30.001	3	-143.64	-137.87	-135.02	-138.92	-83.13	-55.63

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 106-35-50Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	84.00	83.73	65.00	.620
3	.45		50.00			

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: 3

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)
4.999	1	2813.86	3604.06	-240.65	.00	.09	.00
22.500	2	-15.08	-.88	-126.81	.00	21.30	.00
40.001	3	-69.22	-70.33	-73.45	.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)
4.999	1	493.25	740.19	-461.28	-33.333	.000	1372.339
22.500	2	353.59	582.56	-1447.66	-51.081	.000	1098.472
40.001	3	-90.44	-122.47	-213.10	15.031	.000	859.695

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-240.65	2813.86	3604.06	-461.28	493.25	740.19
22.500	2	-130.73	-11.16	-.88	-1510.88	416.82	582.56
40.001	3	-73.45	-70.33	-69.22	-213.10	-122.47	-90.44

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)
4.999	1	201.18	2874.36	-188.67	.00	.00	.00
22.500	2	-20.77	-1.20	-133.41	.00	.00	.00
40.001	3	-76.80	-77.68	-81.31	.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)
4.999	1	-117.56	717.81	-239.39	.000	.000	1405.972
22.500	2	314.65	630.12	-1501.44	.000	.000	1171.966
40.001	3	-105.00	-130.68	-235.89	.000	.000	910.551

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10^-6)	E2 (10^-6)	E3 (10^-6)
4.999	1	-188.67	201.18	2874.36	-239.39	-117.56	717.81
22.500	2	-133.41	-20.77	-1.20	-1501.44	314.66	630.12
40.001	3	-81.31	-77.68	-76.80	-235.89	-130.68	-105.00

Layered Elastic Analysis by Everstress® 5.0

Title: 106-35-100Mpa

No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	87.00	87.03	65.00	.620
3	.45		100.00			

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: 3

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)
4.999	1	2628.90	3377.92	-246.37	.00	.08	.00
22.500	2	-16.16	-.88	-135.52	.00	18.17	.00
40.001	3	-82.85	-84.32	-87.99	.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)
4.999	1	461.50	695.57	-437.02	-28.241	.000	1001.932
22.500	2	362.84	599.90	-1488.64	-52.894	.000	713.271
40.001	3	-53.06	-74.46	-127.64	8.902	.000	475.771

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-246.37	2628.90	3377.92	-437.02	461.50	695.57
22.500	2	-138.23	-13.46	-.88	-1530.62	404.82	599.90
40.001	3	-87.99	-84.32	-82.85	-127.64	-74.46	-53.06

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)
4.999	1	2.32	2633.46	-192.36	.00	.00	.00
22.500	2	-22.04	-1.32	-143.27	.00	.00	.00
40.001	3	-92.71	-93.92	-98.23	.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)
4.999	1	-151.99	670.24	-212.83	.000	.000	1020.001
22.500	2	328.25	649.61	-1552.28	.000	.000	769.038
40.001	3	-62.41	-79.95	-142.50	.000	.000	507.702

Principal Stresses and Strains

Z-Position (cm)	Layer	S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-192.36	2.32	2633.46	-212.83	-151.99	670.24
22.500	2	-143.27	-22.04	-1.32	-1552.28	328.26	649.61
40.001	3	-98.23	-93.92	-92.71	-142.50	-79.95	-62.41

Layered Elastic Analysis by Everstress© 5.0

Title: 106-35-150Mpa
No of Layers: 3

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	.25	5.000	4000.00			
2	.35	35.000	89.00	88.62	65.00	.620
3	.45		150.00			

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: 3

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)
4.999	1	2549.27	3278.59	-249.10	.00	.08	.00
22.500	2	-16.69	-.84	-139.83	.00	16.61	.00
40.001	3	-89.72	-91.40	-95.33	.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)
4.999	1	447.97	675.89	-426.52	-26.057	.000	864.453
22.500	2	367.22	608.70	-1508.66	-53.767	.000	569.622
40.001	3	-37.95	-54.16	-92.20	6.393	.000	331.696

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-249.10	2549.27	3278.58	-426.52	447.98	675.89
22.500	2	-142.04	-14.49	-.84	-1542.20	400.77	608.70
40.001	3	-95.33	-91.40	-89.72	-92.20	-54.16	-37.95

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)
4.999	1	-83.83	2527.10	-194.12	.00	.00	.00
22.500	2	-22.67	-1.35	-148.19	.00	.00	.00
40.001	3	-100.78	-102.17	-106.82	.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)
4.999	1	-166.77	649.15	-201.24	.000	.000	875.836
22.500	2	334.84	659.59	-1577.39	.000	.000	617.641
40.001	3	-44.90	-58.31	-103.31	.000	.000	355.214

Z-Position (cm)	Layer	Principal Stresses and Strains					
		S1 (kPa)	S2 (kPa)	S3 (kPa)	E1 (10 ⁻⁶)	E2 (10 ⁻⁶)	E3 (10 ⁻⁶)
4.999	1	-194.12	-83.82	2527.10	-201.24	-166.77	649.15
22.500	2	-148.19	-22.67	-1.35	-1577.39	334.84	659.59
40.001	3	-106.82	-102.17	-100.78	-103.31	-58.31	-44.90