



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



ESTUDO DE CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS


Jullyano Belo Coelho de Oliveira
Engenheiro Civil
CREA: 1916147704



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



1.0 INTRODUÇÃO

A Prefeitura Municipal de São Raimundo Nonato-PI, inscrita no CNPJ sob o nº 06.772.859/0001-03, com sede instalada à BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA, CEP: 64770-000, através do seu representante legal, abaixo identificado, pelo presente documento, apresenta o estudo de alternativas sobre o tipo de revestimento a ser aplicado na obra de Adequação de estradas vicinais na zona rural do município de São Raimundo Nonato-PI, objeto do Convênio Nº 939342/2022 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA/Prefeitura Municipal de São Raimundo Nonato-PI.

No presente relatório buscou-se uma metodologia que integrasse os elementos de análise, os indicadores e as variáveis adequadas, que pudessem apontar, entre as propostas apresentadas, aquela alternativa que abrigasse maiores vantagens para promover o desenvolvimento regional.

2.0 LOCALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA INTERVENÇÃO

Os Trechos a serem pavimentados estão localizados na zona rural do município de São Raimundo Nonato-PI, onde tem-se como objetivos a ampliação da infraestrutura do município no intuito de se oferecer melhoria da malha rural com solução para o escoamento da produção para a comercialização e para os deslocamentos de pessoas e veículos e o desenvolvimento rural e urbano, com vistas a minimizar os desequilíbrios regionais, oportunizando a potencialidade do próprio município, oportunizando a manutenção das famílias na área rural, melhoria na qualidade de vida da população beneficiada, oportunizando melhorias de trânsito de veículos e pedestres e favorecendo o desenvolvimento socioeconômico da região.


Jullyano Belo Coelho de Oliveira
Engenheiro Civil
CREA 1916147704



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



Abaixo temos a relação dos trechos a serem pavimentados:

TRECHO 01 – SEDE (SÃO RAIMUNDO NONATO-PI) / ASSENTAMENTO POÇO DO ANGICO / LOC. ONÇA;

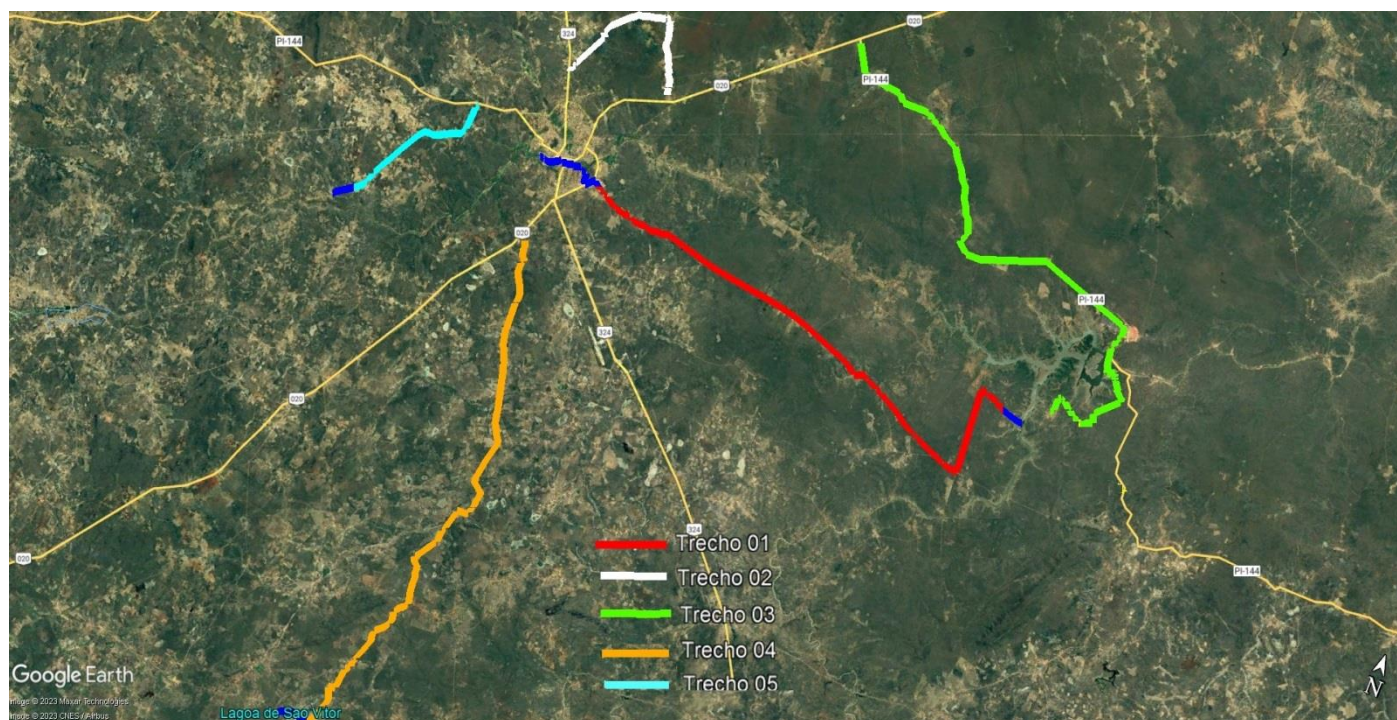
TRECHO 02 - LOCALIDADE NINHO DOS PÁSSAROS / LOC. SERRA BRANCA;

TRECHO 03 - ASSENTAMENTO GARRINCHO / LOCALIDADE ONÇA;

TRECHO 04 - LOCALIDADE JABURU / LOCALIDADE SÃO VITOR;

TRECHO 05 - LOCALIDADE CABOCLINHO / LOCALIDADE FECHADÃO.

Os Trechos a serem pavimentadas estão localizadas, conforme imagem abaixo.



Localização dos trechos a serem pavimentados no município de São Raimundo Nonato-PI

J.B.
Jullyano Belo Coelho de Oliveira
Engenheiro Civil
CREA 1916147704



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



3.0 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS E ANÁLISE COMPARATIVA

A avaliação das alternativas teve como objetivo identificar aquela que apresenta as melhores estimativas de repercussão socioeconômica com os menores custos, associado às mínimas interferências e impactos nos meios físico e biótico, definindo assim a alternativa preferencial. A metodologia para avaliação da alternativa levou em consideração o aspecto técnico-econômica mais viável.

Diante desse cenário, existem soluções que entregam mais qualidade e longevidade como o pavimento em TSS – Tratamento Superficial Simples, entretanto o Revestimento Primário também é importante, pois é muito bem mais fácil de ser executado, onde são utilizados materiais naturais que apresentam boas resistências.

Pois bem, analisaremos a seguir os dois tipos de revestimentos, o TSS e o Revestimento Primário. Ressalta-se que o primeiro é um modelo de pavimento pavimentos flexíveis e o segundo é classificado como material granular, nobre, de boa resistência.

- **Pavimentação com TSS**

O Tratamento Superficial Simples, denominado comumente como TSS, refere-se ao processo de aplicação de ligantes asfálticos e agregados na pista sem uma mistura prévia e com compactação, resultando no recobrimento de pequenas irregularidades.

O processo consiste em:

- 1) Aplicação do ligante asfáltico em base bem preparada;
- 2) Espalhamento do agregado após a aplicação do ligante;
- 3) Compactação, passo executado logo após o espalhamento do agregado.



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



Esse tipo de pavimentação visa imprimir (impermeabilizar) o pavimento, gerar um efeito antiderrapante e propiciar um revestimento de alta elasticidade para acompanhar as deformações nas camadas inferiores.

- **Pavimentação em Revestimento Primário**

O revestimento primário compreende a execução de camada granular, composta por agregados naturais ou artificiais, aplicada sobre o reforço do subleito ou diretamente sobre o subleito compactado em rodovias não pavimentadas, com a função de assegurar condições de rolamento e de aderência do tráfego satisfatórias, mesmo sob condições climáticas adversas.

Os materiais utilizados na execução do revestimento primário podem ser: saibro, cascalho, rocha decomposta, seixo rolado ou não, pedregulho, areia, material sílico-argilosos, subprodutos industriais, escórias, ou mistura de quaisquer um deles, obedecendo os seguintes requisitos:

- a) devem ser isentos de matéria orgânica, restos vegetais ou outras substâncias prejudiciais;
- b) o diâmetro máximo do agregado deve ser menor ou igual a 25 mm;
- c) a fração retida na peneira nº 10, deve ser constituída de partículas duras e duráveis, de difícil desagregação, resistente às ações de compactação e do próprio tráfego;
 - valores de desgaste de abrasão Los Angeles, determinados conforme NBR NM 51(1), superiores a 55 são admitidos desde que se tenha conhecimento de desempenho satisfatório de material semelhante, quando utilizado como revestimento primário;
- d) a fração que passa na peneira nº 10 deve ser constituída de areia natural;
- e) a fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar limite de liquidez inferior a 35% e o índice de plasticidade máximo de 7%.

Prevendo o aproveitamento do revestimento primário em pavimentação futura como camada estrutural do pavimento, deve ser exigidos para o material CBR


Julliano Belo Coelho de Oliveira
Engenheiro Civil
CREA 1916147704



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



mínimo de 60% e expansão máxima de 1 %, na energia intermediária ou na especificada em projeto.

Na execução, os materiais escavados devem ser transportados para local de aplicação, descarregados e distribuídos em montes e leiras sobre o subleito. Devem ser removidos os eventuais fragmentos de material granular com diâmetro superior a 25 mm, raízes ou outros materiais estranhos.

O material deve ser espalhado com motoniveladora de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de forma tal que, após a compactação, sua espessura não exceda 20 cm e nem seja inferior a 10 cm.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento e homogeneização do material, pela ação caminhão-tanque distribuidor de água, grade de disco, ou escarificador da motoniveladora.

Antes de ser compactado, o material deve estar umedecido e homogeneizado de acordo com a umidade ótima obtida em laboratório. Se houver excesso de umidade o material deve ser revolvido, com motoniveladora ou com equipamento de mistura. Se houver falta de umidade, a quantidade de água faltante deve ser adicionada parceladamente e uniformemente, enquanto o solo for sendo misturado com o equipamento especificado, de modo a se obter umidade uniforme em toda a espessura da camada a ser compactada.

A compactação do material deve ser efetuada dos bordos para o eixo nos trechos em tangente e do bordo mais baixo para o bordo mais alto, nos trechos com superelevação, até ser obtido o grau de compactação especificado no projeto.



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



4.0 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para definição da alternativa mais vantajosa para a obra, foram elaboradas as planilhas orçamentárias para os dois tipos de revestimento em estudo.

Nas planilhas orçamentárias do pavimento em TSS – Tratamento Superficial Simples foram detalhados os trechos a serem executados, bem com a extensão de cada um, tomando por base o custo médio gerencial por quilômetro executado de TSS, de acordo com os parâmetros do DNIT, com mostrado abaixo:

Quadro B.02 - Soluções-tipo de construção de pavimentos

Descrição	Camada	Solução-tipo						
		A	B	C	D	E	F	G
Tratamento superficial simples com emulsão	Revest. do acost.	1,8 cm						
	CART ¹							

Tabela 01: Soluções-tipo de construção de pavimentos, pag. 55, MANUAL DE CUSTOS MÉDIOS GERENCIAIS, Volume 03, DNIT – Adaptada.

5 - PAVIMENTAÇÃO, AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO - CM₃

Solução-tipo de pavimento	Relevo	Classe	Plano					Ondulado					Montanhoso				
			0	I-A	I-B	II	III	0	I-A	I-B	II	III	0	I-A	I-B	II	III
A	R\$/km	997.477,00	966.403,00	557.778,00	526.705,00	516.656,00	966.403,00	935.329,00	526.705,00	516.656,00	465.483,00	960.188,00	929.115,00	526.705,00	465.483,00	434.410,00	
B	R\$/km	1.553.507,00	1.504.995,00	868.926,00	820.414,00	804.570,00	1.504.995,00	1.456.483,00	820.414,00	804.570,00	724.369,00	1.495.293,00	1.446.781,00	820.414,00	724.369,00	675.858,00	
C	R\$/km	2.131.362,00	2.061.275,00	1.198.847,00	1.128.760,00	1.107.347,00	2.061.275,00	1.991.187,00	1.128.760,00	1.107.347,00	994.432,00	2.047.257,00	1.977.169,00	1.128.760,00	994.432,00	924.345,00	
D	R\$/km	2.695.118,00	2.599.924,00	1.528.428,00	1.433.234,00	1.406.799,00	2.599.924,00	2.504.730,00	1.433.234,00	1.406.799,00	1.258.736,00	2.580.885,00	2.485.691,00	1.433.234,00	1.258.736,00	1.163.542,00	
E	R\$/km	4.652.576,00	4.488.627,00	2.637.791,00	2.473.842,00	2.429.068,00	4.488.627,00	4.324.678,00	2.473.842,00	2.429.068,00	2.175.572,00	4.455.837,00	4.291.888,00	2.473.842,00	2.175.572,00	2.011.623,00	
F	R\$/km	5.316.450,00	5.123.126,00	3.025.540,00	2.832.217,00	2.781.568,00	5.123.126,00	4.929.802,00	2.832.217,00	2.781.568,00	2.486.947,00	5.084.461,00	4.891.137,00	2.832.217,00	2.486.947,00	2.293.623,00	
G	R\$/km	2.815.880,00	2.693.236,00	1.640.964,00	1.518.320,00	1.493.791,00	2.693.236,00	2.570.592,00	1.518.320,00	1.493.791,00	1.322.089,00	2.668.708,00	2.546.064,00	1.518.320,00	1.322.089,00	1.156.160,00	

Nota: as especificações técnicas de cada solução-tipo são apresentadas no Manual do Usuário.

Tabela 02: Custo médio gerencial para implantação de rodovia por solução tipo, região Nordeste.

Assim, temos que o custo médio gerencial para implantação de uma rodovia com TSS nos padrões dos trechos em questão é de R\$ 516.656,00/Km.

Logo, a planilha abaixo nos remeterá ao custo aproximado para execução dos trechos em questão, com a solução de pavimentação em TSS, como segue:

Jullyano Belo Coelho de Oliveira
Engenheiro Civil
CREA 1916147704



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



RESUMO DO ORÇAMENTO				
custo médio: 516.656,00/km				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	EXTENSÃO	PERCENTUAL	PREÇO TOTAL (R\$)
01	ESTRADA VICINAL		100,00%	57.963.474,60
01.1	SERVIÇOS PRELIMINARES		5,26%	2.898.794,78
01.2	TRECHO 01 - SEDE (SÃO RAIMUNDO NONATO-PI) / ASSENTAMENTO POÇO DO ANGICO / LOC. ONÇA	28,79	25,66%	14.872.459,62
01.3	TRECHO 02 - LOCALIDADE NINHO DOS PÁSSAROS / LOC. SERRA BRANCA	10,04	8,95%	5.187.226,24
01.4	TRECHO 03 - ASSENTAMENTO GARRINCHO / LOCALIDADE ONÇA	31,38	27,97%	16.212.665,28
01.5	TRECHO 04 - LOCALIDADE JABURU / LOCALIDADE SÃO VITOR	28,27	25,20%	14.607.415,09
01.6	TRECHO 05 - LOCALIDADE CABOCLINHO / LOCALIDADE FECHADÃO	8,10	7,22%	4.184.913,60
	TOTAL DO ORÇAMENTO REFERENCIAL	106,58	100,00%	R\$ 57.963.474,60

Planilha 01: Execução com TSS-Tratamento Superficial Simples

Em relação a solução com a pavimentação em revestimento primário tomamos como referência a planilha de custos efetivos dos trechos em questão, como segue:


Jullyano Belo Coelho de Oliveira
Engenheiro Civil
CREA 1916147704



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



RESUMO DO ORÇAMENTO			
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PERCENTUAL	PREÇO TOTAL (R\$)
01	ESTRADA VICINAL	100,00%	5.736.200,00
01.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	5,26%	301.973,29
01.2	TRECHO 01 - SEDE (SÃO RAIMUNDO NONATO-PI) / ASSENTAMENTO POÇO DO ANGICO / LOC. ONÇA	25,67%	1.472.604,36
01.3	TRECHO 02 - LOCALIDADE NINHO DOS PÁSSAROS / LOC. SERRA BRANCA	7,98%	457.973,92
01.4	TRECHO 03 - ASSENTAMENTO GARRINCHO / LOCALIDADE ONÇA	27,00%	1.548.663,07
01.5	TRECHO 04 - LOCALIDADE JABURU / LOCALIDADE SÃO VITOR	26,37%	1.512.432,04
01.6	TRECHO 05 - LOCALIDADE CABOCLINHO / LOCALIDADE FECHADÃO	7,72%	442.553,32
	TOTAL DO ORÇAMENTO REFERENCIAL	100,00%	R\$ 5.736.200,00

Planilha 02: Execução com Revestimento Primário

Portanto, fazendo um comparativo em relação aos custos de execução das soluções apresentadas, bem como a manutenção dos referidos trechos no intervalo de 2 anos, temos que ainda a pavimentação em revestimento primário é bem mais vantajosa em relação a aplicação de revestimento em TSS.

Vale ressaltar que a solução da pavimentação em revestimento primário supri a necessidade da região, uma vez que a mesma possui um baixo tráfego de veículos.


Jullyano Belo Coelho de Oliveira
Engenheiro Civil
CREA 1916147704



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



RESUMO DOS CUSTOS		
ALTERNATIVAS DE PAVIMENTAÇÃO	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO	CUSTO DE MANUTENÇÃO NO INTERVALO DE 0 A 2 ANOS
TSS-TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES	57.963.474,60	0,00
REVESTIMENTO PRIMÁRIO	5.736.200,00	5.736.200,00

Tabela 03: Resumo dos custos

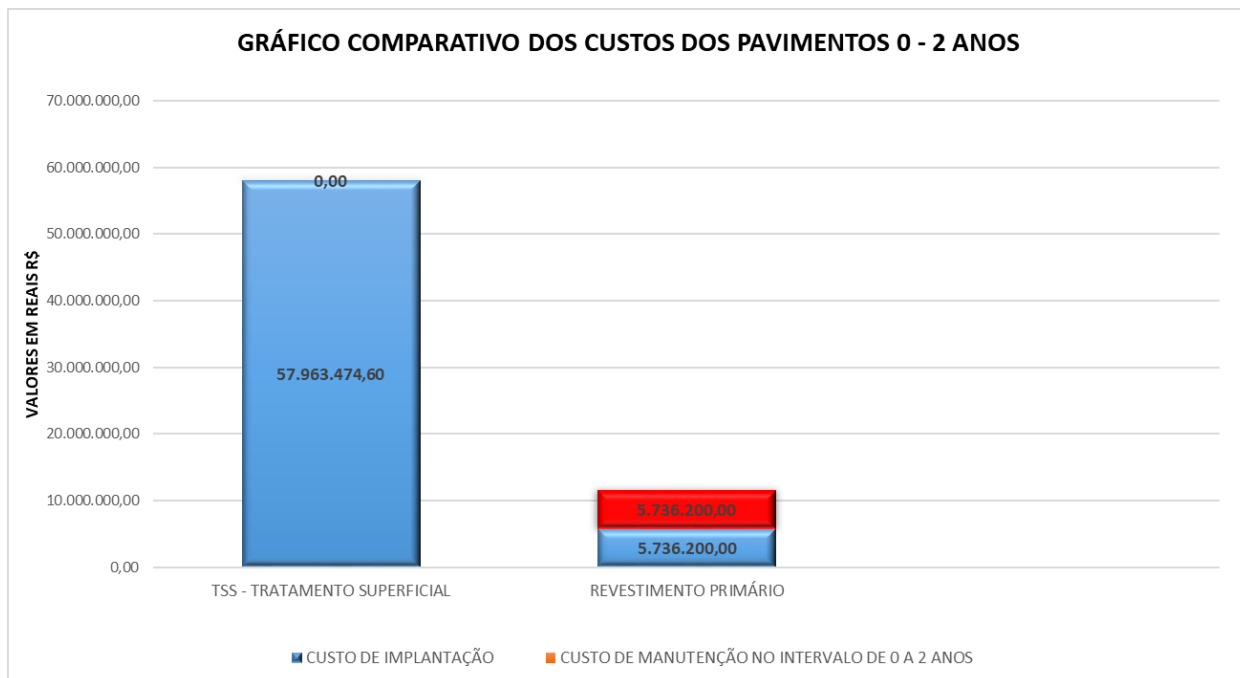


Gráfico 01: Comparativo dos custos da pavimentação de 0 a 2 anos



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



Analisando o gráfico 01 com o comparativo dos custos e considerando o período de vida útil de 02 anos, podemos constatar que o pavimento em Revestimento Primário apresenta menor custo para implantação e manutenção, quanto comparado com o pavimento em TSS, tornando-se cerca de 80,00% mais oneroso.

5.0 VIABILIDADE TÉCNICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

As alternativas estudadas retratam as principais opções razoáveis de pavimentos utilizados para a obra em questão, atendendo aos aspectos técnicos e econômicos, conforme tabela 04 abaixo:

COMPARATIVO ENTRE AS ALTERNATIVAS		
TIPO DE REVESTIMENTO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
TSS-TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES	<ul style="list-style-type: none">* Rápida aplicação;* Os componentes podem ser encontrados facilmente;* Função impermeabilizante;* Envelhecimento lento;* Não exige cura;* Maior resistência.	<ul style="list-style-type: none">* Possibilidade de desagregação;* Demora na liberação para o tráfego;* Maior custo.
REVESTIMENTO PRIMÁRIO	<ul style="list-style-type: none">* Rápida aplicação;* Uso de equipamentos mais simples;* Utilização de materiais 100% naturais;* Possibilidade de estocagem;* Baixo custo de implantação.	<ul style="list-style-type: none">* Maior desgaste;* Mais sensíveis a ação da água e do ar;* Baixa vida útil;* Baixa resistência;* Manutenção a curto prazo.

Tabela 04: Comparativo entre as alternativas



ESTADO DO PIAUÍ
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO RAIMUNDO NONATO.
BR 020, S/N, BAIRRO PRIMAVERA
CEP: 64770-000 – CNPJ: 06.772.859/0001-03



Portanto, o pavimento em Revestimento Primário mostrou-se mais adequado em questões de custos e benefícios em face do local, além das condições, utilidade e da disponibilidade de materiais de construção.

6.0 CONCLUSÃO

De acordo com a análise técnica e econômica das duas alternativas abordadas, conclui-se que a opção pelo pavimento em Revestimento Primário é a melhor solução para a execução da obra.

Em relação a custos, a aplicação do pavimento em TSS sendo de 80% a mais que a execução com Revestimento Primário, torna-se inviável para o atendimento de 100,0% da execução dos trechos em questão.