

TUTORIAL MAPAS DE REMOÇÃO DE PALHA

PROJETO SUCRE

OUTUBRO DE 2019



Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET



CNPEM
Centro Nacional de Pesquisa
em Energia e Materiais

SOBRE O PROJETO SUCRE

O Projeto SUCRE (*Sugarcane Renewable Electricity*) tem como objetivo principal **aumentar a produção de eletricidade com baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE) na indústria de cana-de-açúcar, por meio da palha disponibilizada durante a colheita da cana-de-açúcar**. Para tanto, a equipe trabalha na identificação e solução dos problemas que impedem as usinas parceiras de gerarem eletricidade de forma plena e sistemática. Com início em junho de 2015, serão ao todo cinco anos de projeto, com financiamento do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, da sigla em inglês para *Global Environment Facility*) de cerca de US\$ 7.5 milhões e contrapartida do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) de mais de US\$ 3 milhões. No setor privado, o recolhimento e uso da palha para produção de eletricidade alavancou um investimento de cerca de US\$ 160 milhões pelas usinas parceiras (grande parte já realizada com a instalação de estações de limpeza a seco, reforma ou compra de caldeiras, turbogeradores, enfardadoras e outros equipamentos). A iniciativa é gerida em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e implementada pelo Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR), que integra o CNPEM.

SOBRE O LNBR

O Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR) integra o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), organização social qualificada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTIC). O LNBR emprega a biomassa e a biodiversidade brasileiras para resolver desafios relevantes para o País por meio de soluções biotecnológicas que promovam o desenvolvimento sustentável de biocombustíveis avançados, bioquímicos e biomateriais. O Laboratório possui diversas Instalações Abertas a Usuários, incluindo a Planta Piloto para Desenvolvimento de Processos, estrutura singular no país para escalonamento de tecnologias.

SOBRE O CNPEM

O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) é uma organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Localizado em Campinas-SP, gerencia quatro Laboratórios Nacionais – referências mundiais e abertos às comunidades científica e empresarial. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) opera a única fonte de luz síncrotron da América Latina e está, nesse momento, finalizando a montagem do Sirius, o novo acelerador de elétrons brasileiro; o Laboratório Nacional de Biociências (LNBio) atua na área de biotecnologia com foco na descoberta e desenvolvimento de novos fármacos; o Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR) pesquisa soluções biotecnológicas para o desenvolvimento sustentável de biocombustíveis avançados, bioquímicos e biomateriais, empregando a biomassa e a biodiversidade brasileira; e o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) realiza pesquisas científicas e desenvolvimentos tecnológicos em busca de soluções baseadas em nanotecnologia. Os quatro Laboratórios têm, ainda, projetos próprios de pesquisa e participam da agenda transversal de investigação coordenada pelo CNPEM, que articula instalações e competências científicas em torno de temas estratégicos.

EXPEDIENTE

DIRETOR-GERAL DO CNPEM

Antônio José Roque da Silva

DIRETOR DO LNBR

Eduardo do Couto e Silva

GESTÃO DO PROJETO SUCRE

Manoel Regis Lima Verde Leal | Diretor Nacional

Thayse Dourado Hernandes | Coordenadora

REALIZAÇÃO

Ana Cláudia dos Santos Luciano

Daniel Garbellini Duft

Guilherme Adalberto Ferreira Castioni

João Luis Nunes Carvalho

Karina Maria Berbert Bruno

Laura de Almeida Borro

Lauren Maine Santos Menandro

Rafaella Pironato Amaro

Sérgio Gustavo Quassi de Castro

Thayse Dourado Hernandes

DIAGRAMAÇÃO

Viviane Celente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. BASE TEÓRICA.....	3
3. PRINCÍPIOS ESTRATÉGICOS DE REMOÇÃO DE PALHA (“GUIA DE BOAS PRÁTICAS”).....	3
4. SOFTWARES E DADOS.....	4
5. METODOLOGIA.....	5
5.1 DOWNLOAD DOS DADOS DE DECLIVIDADE.....	5
5.2 TRATAMENTO DOS DADOS DE DECLIVIDADE.....	5
5.3 EXTRAÇÃO DOS VALORES DE DECLIVIDADE POR TALHÕES.....	7
5.4 JUNÇÃO DOS DADOS DE DECLIVIDADE COM O SHAPEFILE DE TALHÕES.....	9
5.5 JUNÇÃO DOS DADOS DA USINA COM O SHAPEFILE DE TALHÕES.....	9
5.6 PREPARAÇÃO DA PLANILHA DE DADOS.....	10
5.7 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA (PLANILHA “MAPA DE PALHA BASE”).....	11
5.8 MAPA DE REMOÇÃO.....	12
6. SITES DE INTERESSE.....	15



1. INTRODUÇÃO

A metodologia para criação dos mapas de remoção de palha da cana-de-açúcar consiste em uma ferramenta de planejamento e gestão das usinas. A metodologia foi desenvolvida no âmbito do Projeto SUCRE, com base no “Guia de Boas Práticas” de remoção da palha em campo, o qual foi desenvolvido a partir de observações em campo e em dados da literatura. O “Guia de Boas Práticas” tem por objetivo direcionar a remoção estratégica da palha cana-de-açúcar, fornecendo matéria prima para atender a demanda energética brasileira, com menor emissão de gases de efeito estufa (GEE), mantendo a conservação do solo e produtividade da cana-de-açúcar. A metodologia apresentada é aplicável em escala local, com o objetivo de direcionar a remoção da palha em campo conforme as necessidades da usina.

2. BASE TEÓRICA

A metodologia para criação dos mapas de remoção de palha da cana-de-açúcar tem como base o uso de geotecnologias. As geotecnologias são um conjunto de tecnologias utilizadas para coleta, processamento e armazenamento de dados geográficos. Dentre as tecnologias mais comuns, encontra-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto, topografia, aerofotogrametria e GPS. O SIG possibilita o tratamento dos dados geográficos a partir de um sistema de hardware ou software, utilizando procedimentos computacionais. A integração de informações geoespaciais, como por exemplo, imagens de satélite, mapas de solos, mapas municipais em conjunto com SIG auxiliam no planejamento e gestão de diversas áreas de estudo, como por exemplo, recursos naturais, agricultura e questões sociais.

3. PRINCÍPIOS ESTRATÉGICOS DE REMOÇÃO DE PALHA (“GUIA DE BOAS PRÁTICAS”)

Os princípios estratégicos para remoção da palha de cana-de-açúcar do campo foram determinados de acordo com a conservação solo e manutenção da produtividade da cana-de-açúcar. Esses princípios foram denominados da seguinte maneira:

- Fatores excludentes: são os fatores que delimitam a remoção de palha de acordo com as áreas em reforma e o tipo de preparo do solo.
- Mapas de aptidão climática: são os fatores que delimitam a remoção de palha de acordo com radiação solar, temperatura mínima e precipitação. Quanto maior a radiação, maior o potencial de resposta de produtividade a remoção de palha. Temperaturas abaixo de 10 – 12°C são críticas para o crescimento da cana-de-açúcar e a presença da palha pode acentuar o problema de crescimento. Precipitações acima de 1100 mm ano⁻¹, bem distribuídos, já são adequadas a produção de cana-de-açúcar.
- Fatores restritivos: São os fatores que delimitam a remoção de palha de acordo com declividade do terreno, quantidade mínima de palha a ser deixada no campo e disponibilidade hídrica.
- Fatores responsivos: São os fatores que delimitam a remoção de palha de acordo com a época de colheita e textura do solo.

A partir destes princípios foi criada uma chave de decisão para remoção da palha de cana-de-açúcar do campo, considerando as condições da região Centro-Sul do Brasil (Figura 1). No entanto, ressalta-se que a chave de decisão apresentada neste documento é uma direção para remoção de palha, considerando manutenção da produtividade e conservação dos solos, conforme os resultados obtidos no âmbito do Projeto SUCRE. Ainda, não há uma regra definitiva para todas as regiões, a chave de decisão deve ser adaptada as condições da área de estudo e aos interesses dos gestores de remoção de palha.

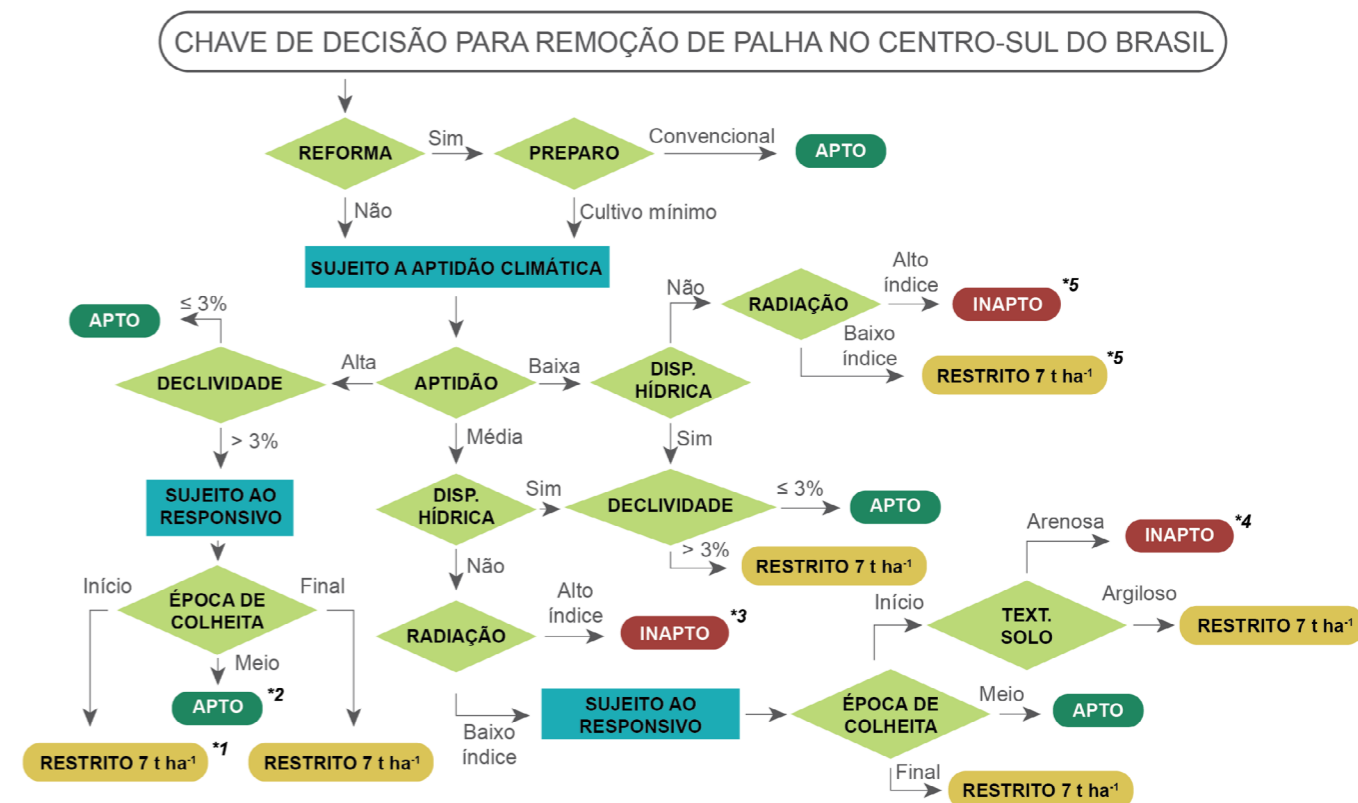


Figura 1. Chave de decisão para remoção de palha de cana-de-açúcar

4. SOFTWARE E DADOS

- Software de processamento de dados geográficos (por exemplo: ArcGis, QGis, SPRING, R, entre outros).
- Aplicativo de criação de planilhas eletrônicas (por exemplo: Excel).
- Localização das áreas (ou talhões) de aplicação da metodologia (formato shapefile).
- Dados por talhões:
 - Declividade*
 - Estágio de corte
 - Tipo de preparo do solo
 - Época de colheita
 - Produtividade
 - Textura do solo
 - Disponibilidade hídrica
- Dados climáticos:
 - Mapa de aptidão climática
 - Mapa de radiação solar

*Observação: Caso não exista os dados de declividade disponíveis é possível obter a informação de declividade a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDEs). Sugestão: Dados do SRTM, disponíveis no banco de dados Topodata (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>).

5. METODOLOGIA

Os itens 5.1 a 5.4 devem ser aplicados quando não há disponibilidade de dados de declividade por talhões. Caso os dados da usina já apresentem a informação de declividade, inicie a metodologia pelo item 5.5.

5.1 DOWNLOAD DE DADOS DE DECLIVIDADE

- Site: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/aceso.php> - Selecionar plano de informação em GeoTiff e escolher a quadrícula de interesse (Figura 2).
- Download do arquivo GeoTiff (_SC): Declividade classificada em 6 classes, conforme classificação da Embrapa (1999).

TOPODATA
Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil

Apresentação
O projeto Topodata oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, ora elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo USGS na rede mundial de computadores.

Desde que o Topodata foi lançado pela primeira vez, em agosto de 2008, o processamento dos dados foi sucessivamente inspecionado e revisado, com vistas a aprimoramentos e correções. Os dados inicialmente disponibilizados seguiram fielmente as opções e especificações constantes no "Guia de utilização" associado ao Topodata. Porém, problemas na articulação entre folhas e a demanda por mais formatos levaram a um novo tratamento dos dados desde sua preparação, e detalhes do processamento de derivação geomorfométrica foram

3. Planos de Informação em GeoTiff (32 bits, extensão .tif).

Variável	Arquivos (.zip):
Altitude - numérica	ZN
Declividade - numérica	SN
Orientação - numérica	ON
Curv. Vertical - numérica	VN
Curv. Horizontal - numérica	HN
Declividade - classes	SA
Declividade - classes	SB
Declividade - classes	SC
Orientação - octantes	OC
Curv. Vertical - 3 classes	V3

5. Paletas para visualização em SIG:

Aplicativo:	Arquivos:
Idrisi, versões em 16 bits ou 32 bits (Idrisi32, Kilimanjaro, Andes e Taiga)	ldr_smp.zip
ArcGIS *	Arc_lyr.zip

Figura 2. Plataforma Topodatalha de cana-de-açúcar

5.2 TRATAMENTO DOS DADOS DE DECLIVIDADE

- Reclassificar o mapa de declividade em 1: áreas planas (0-3%), 2: demais classes de declividade (>3% de inclinação no terreno).
- Inserir o arquivo GeoTiff no SIG (ArcGIS) e com a ferramenta *Reclassify*, ajustar as classes do mapa para 1 e 2 (Figuras 3 - 5).

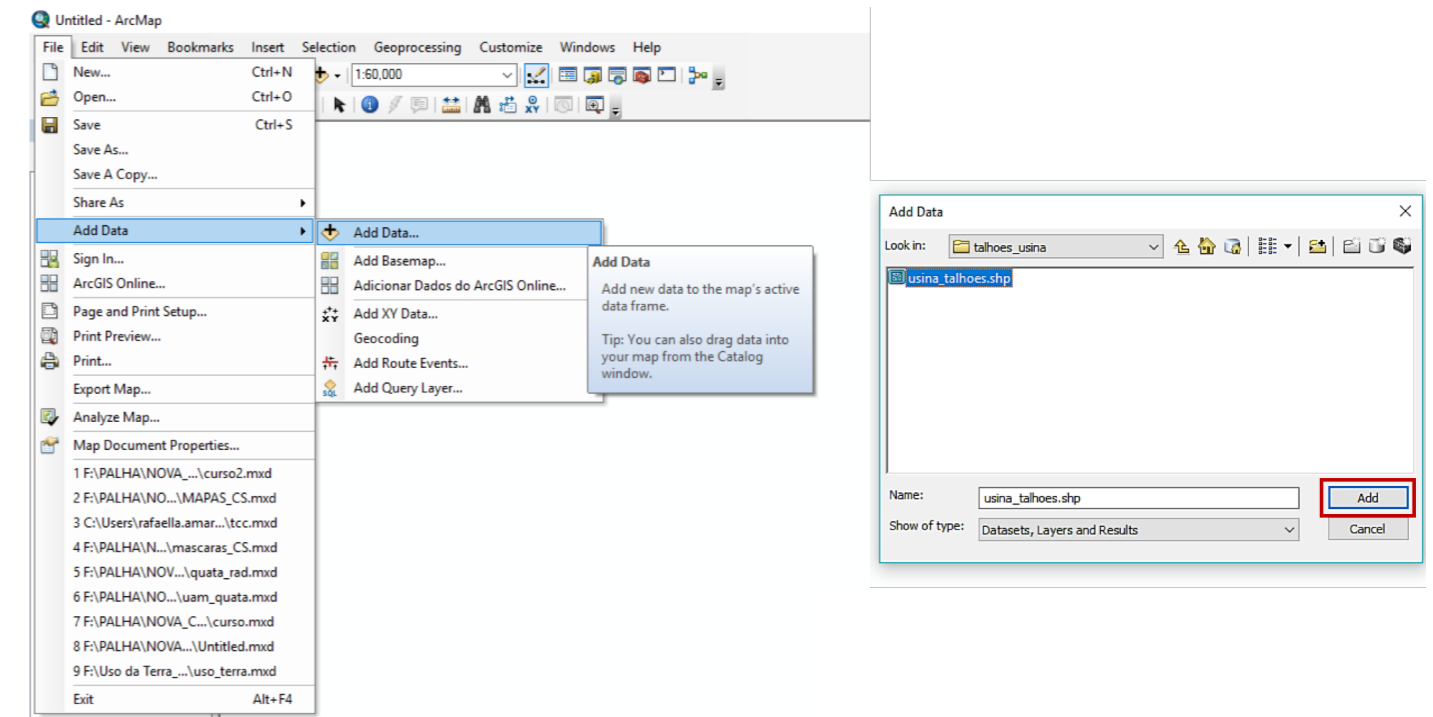


Figura 3. Inserir dados no ArcGIS

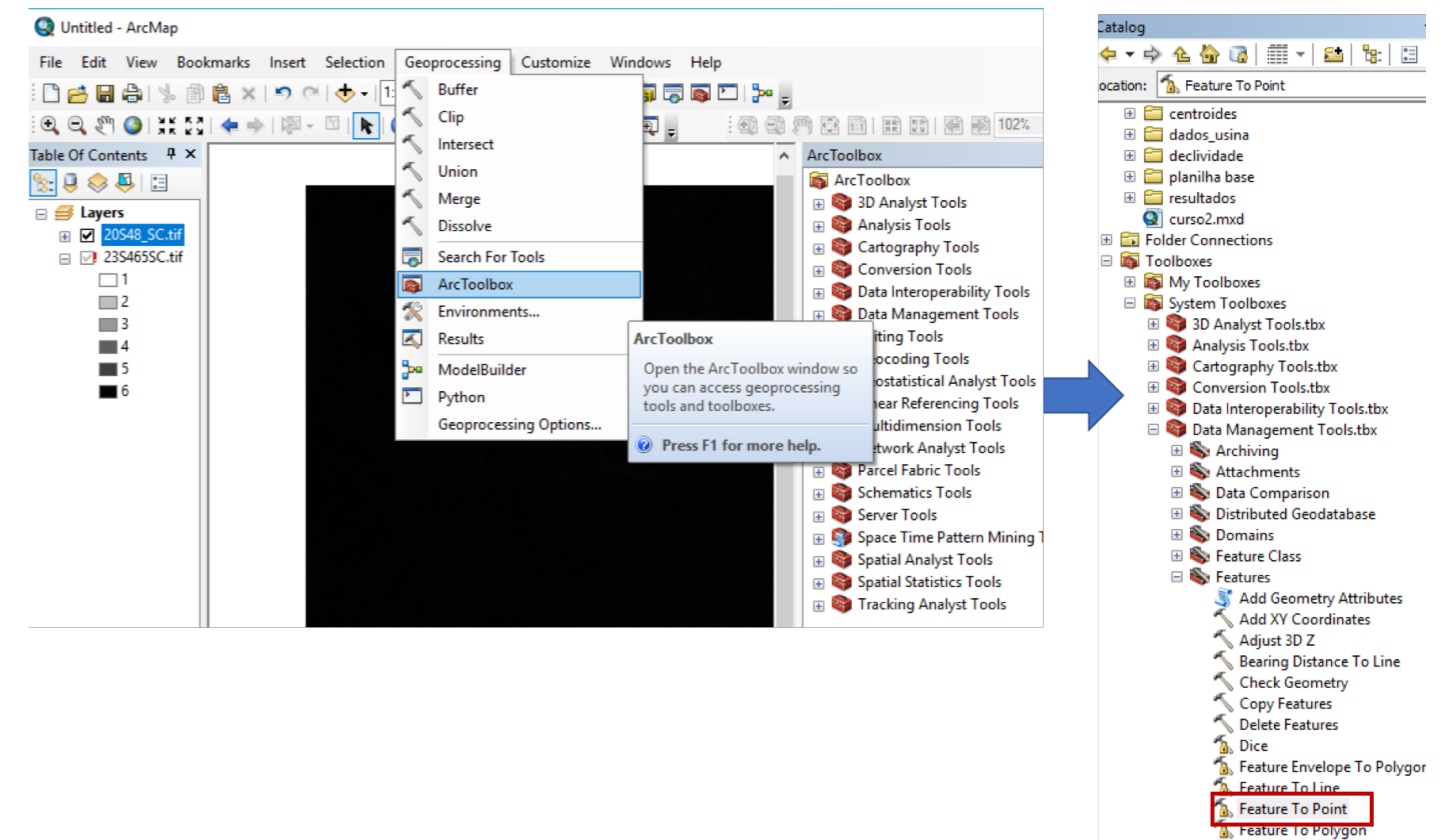


Figura 4. Reclassificação de dados no ArcGIS

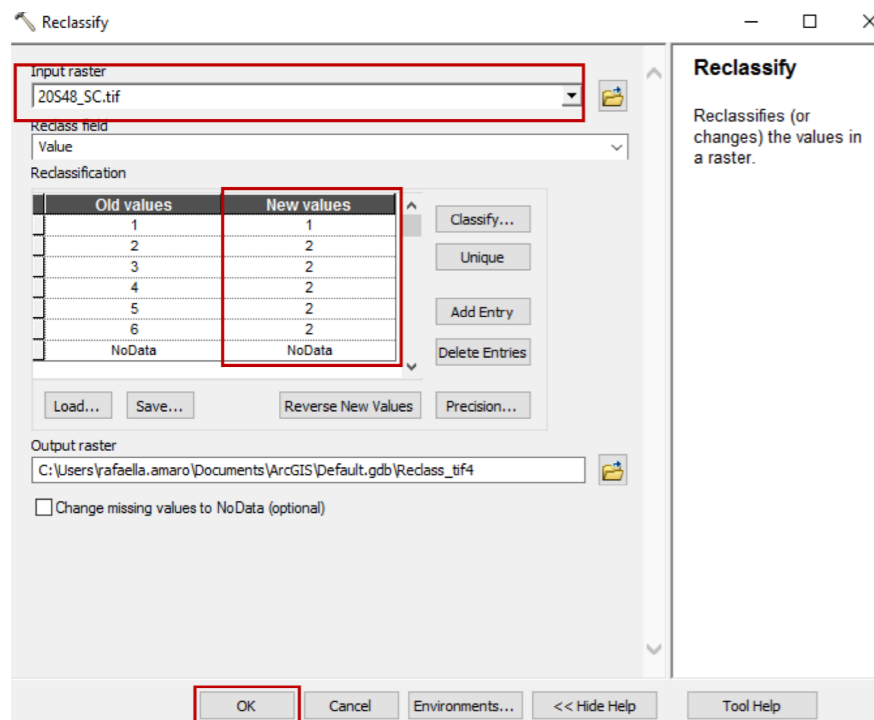


Figura 5. Reclassificação de dados no ArcGIS

5.3 EXTRAÇÃO DOS VALORES DE DECLIVIDADE POR TALHÕES

- Inserir no software SIG o arquivo shapefile (.shp) (Figura 6, exemplo no QGIS).

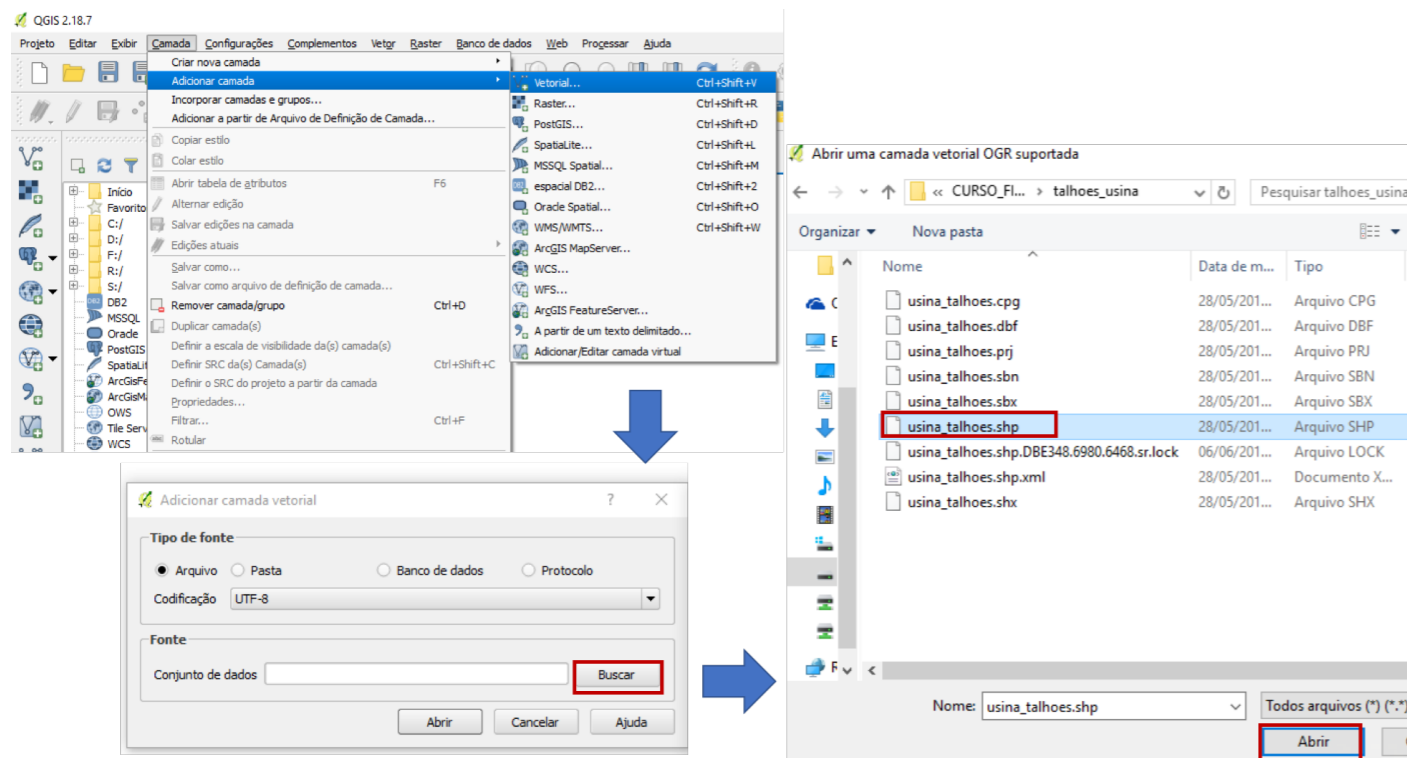


Figura 6. Inserir dados no QGIS

- Cálculo dos centroides dos talhões: Calcular os centroides de cada talhão. No QGIS, ferramenta: *vetor > geometria > centroides* (Figura 7). A Figura 8 representa o cálculo dos centroides no ArcGIS. eor de impurezas vegetais é determinado pelas quantidades dos componentes palha, ponteiros e raízes, encontrados na amostra de cana. O cálculo é realizado com base na Equação 3:

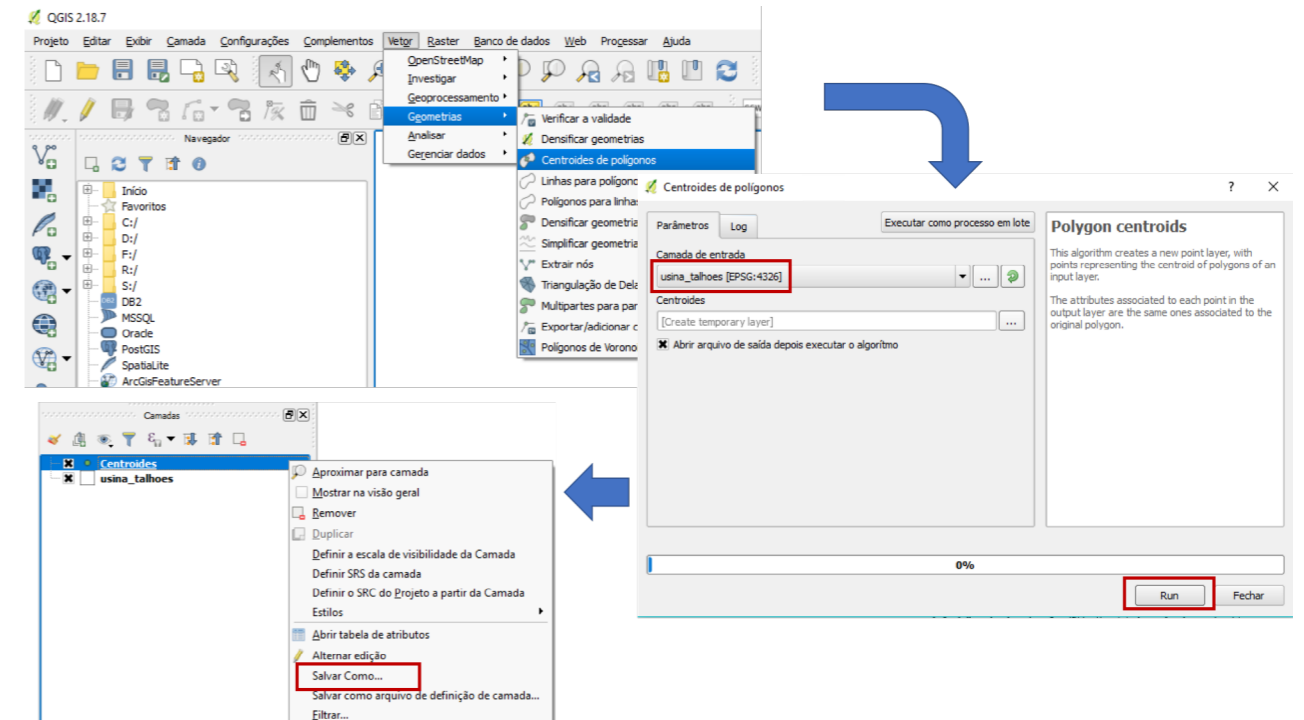


Figura 7. Cálculo dos centroides QGIS

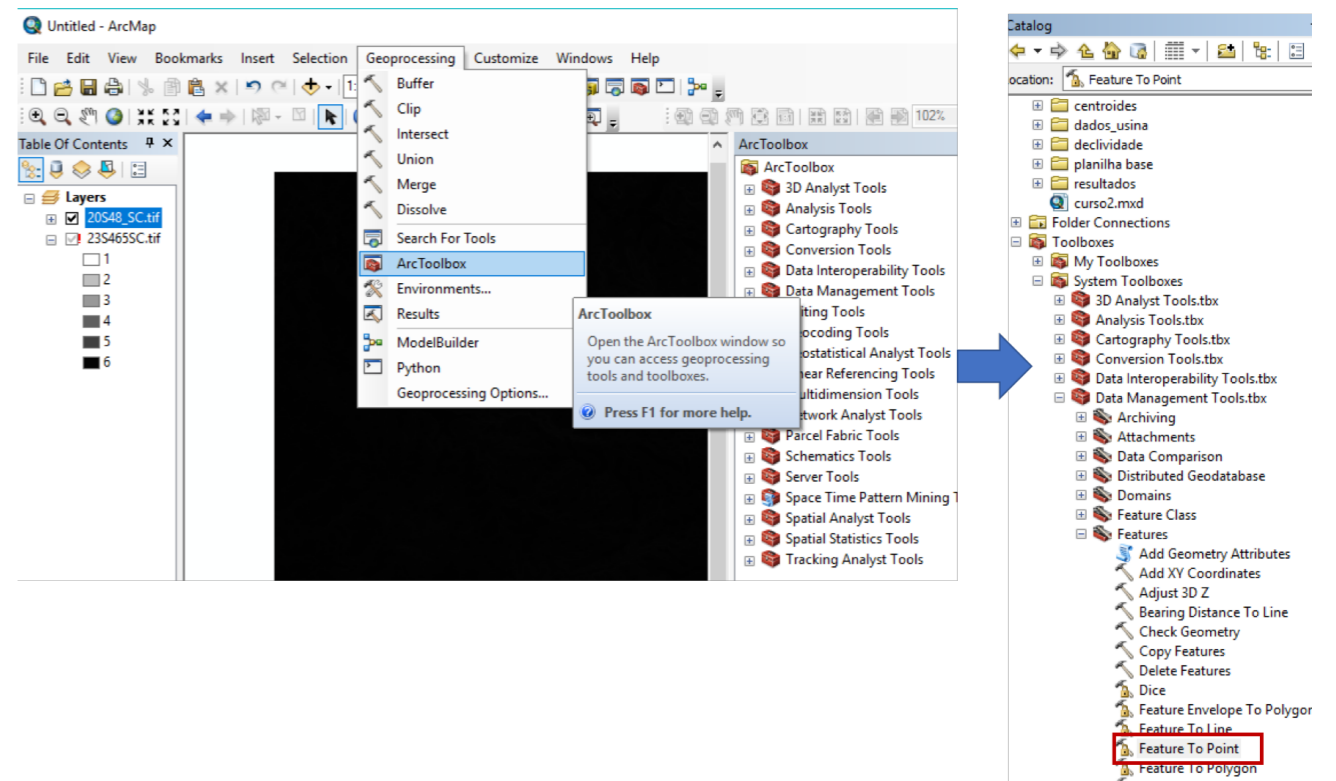


Figura 8. Cálculo dos centroides no ArcGIS

- Extração: Extrair os valores de declividade para os centroides. No ArcGIS, ferramenta: *Extract values to points* (Figura 9).

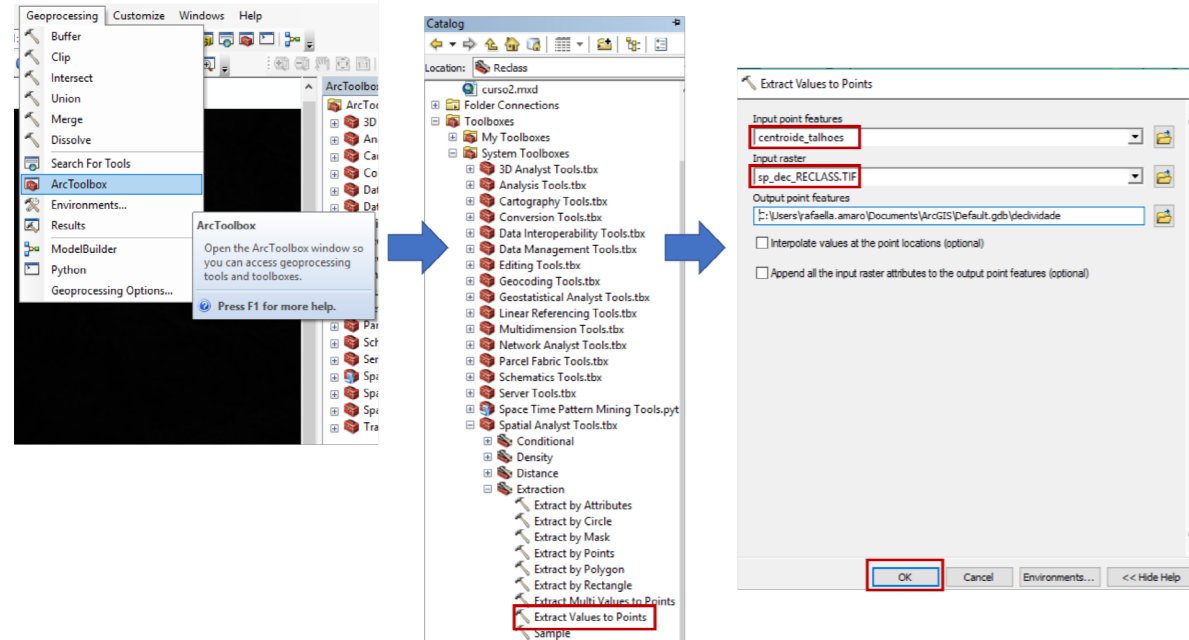


Figura 9. Extração dos valores de declividade no ArcGIS

5.4 JUNÇÃO DOS DADOS DE DECLIVIDADE COM O SHAPEFILE DE TALHÕES

- Inserir o shapefile no software SIG
- Inserir os centroides com os valores de declividade (ver item 5.3) no software SIG
- Fazer a junção dos dados. No ArcGIS, ferramenta: *Join* (Figura 10).

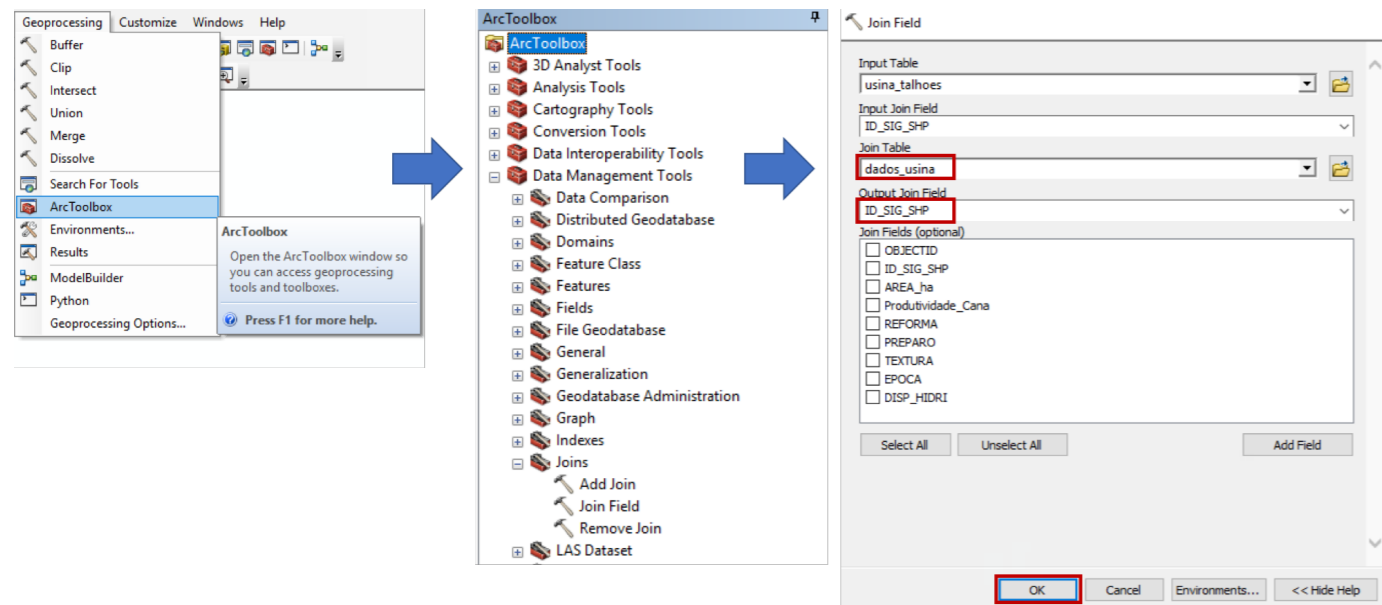


Figura 10. Junção dos dados no ArcGIS

5.5 JUNÇÃO DOS DADOS DA USINA COM O SHAPEFILE DE TALHÕES

- Inserir a tabela .csv da usina no SIG (Figura 11)

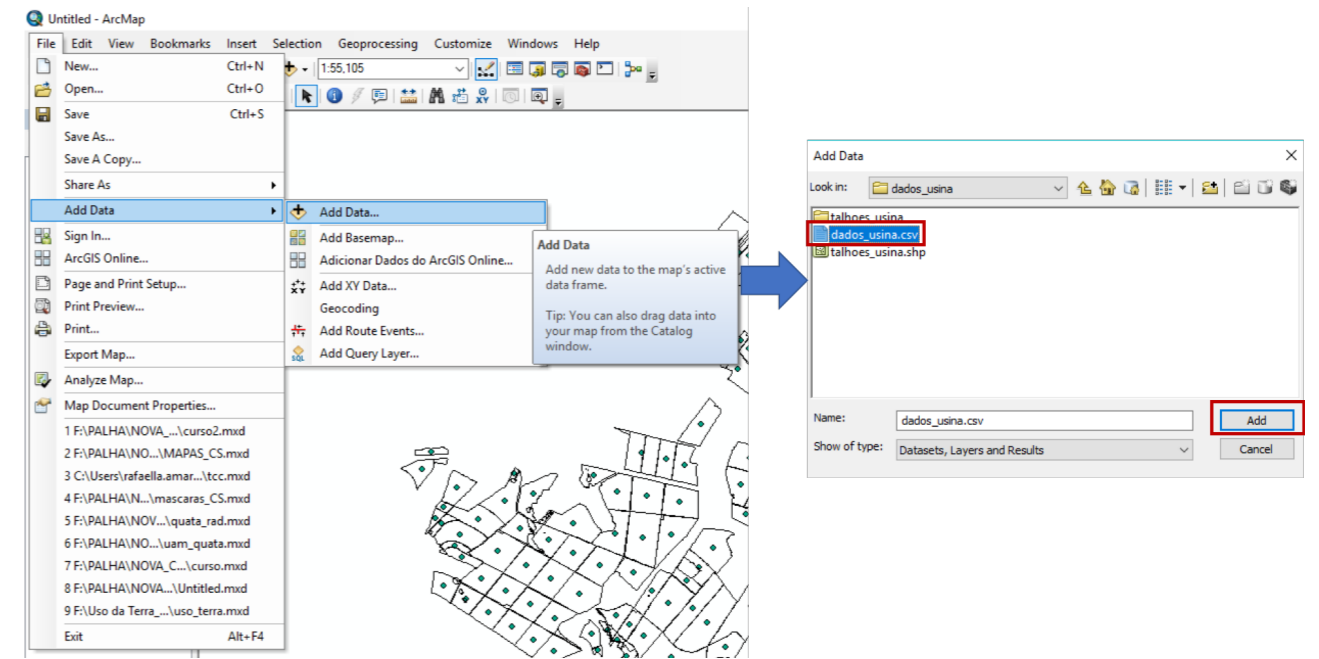


Figura 11. Adicionar tabela .csv no ArcGIS

- Com o shapefile gerado no item anterior, fazer a junção com os dados da usina. No ArcGIS, ferramenta: *Join*.

5.6 PREPARAÇÃO DA PLANILHA DE DADOS

- Copiar os dados do *shapefile* gerado no item 5.5 (após junção com declividade e dados usina) para a planilha excel "MAPA_DE_PALHA_BASE"- aba "import_argcis (Figura 12).

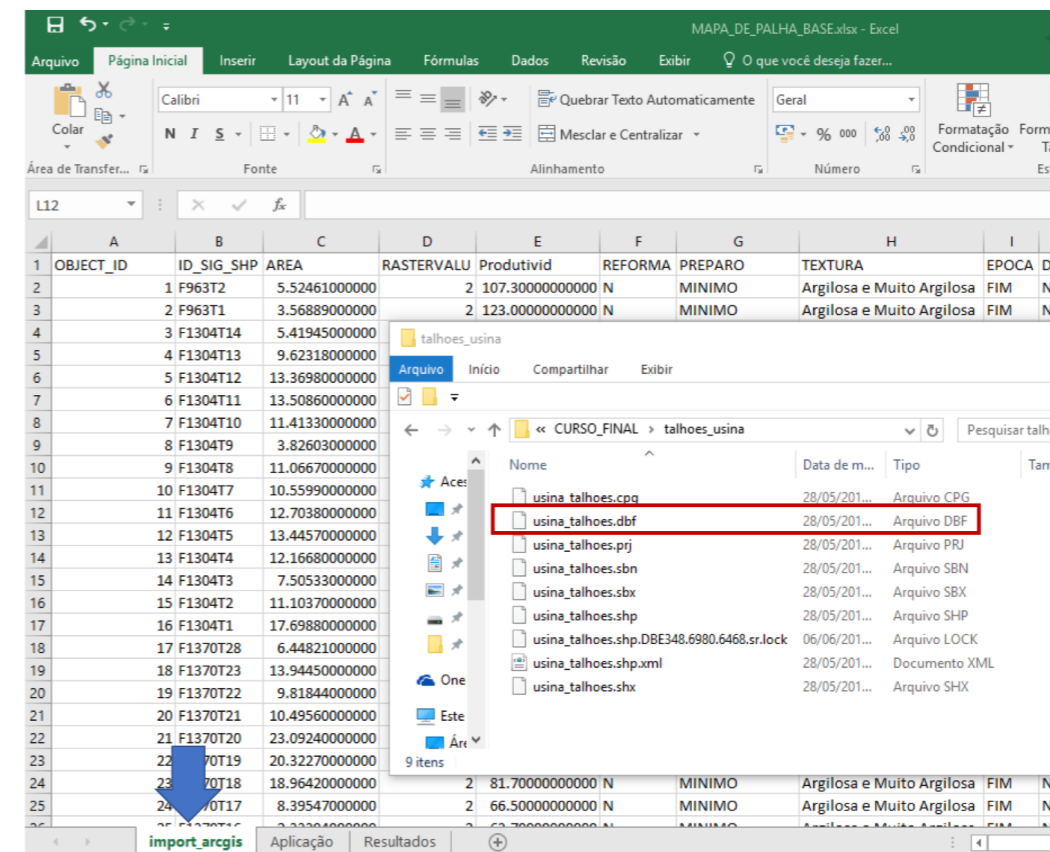


Figura 12. Cópia dos dados .dbf para a planilha excel

5.7 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA (PLANILHA “MAPA DE PALHA BASE”)

- Abrir a planilha “MAPA_DE_PALHA_BASE”
- Após executar a atividade descrita no item 5.6, os cálculos de remoção de palha são feitos automaticamente (Aba “Aplicação”), a partir de funções do excel. Na aba “Aplicação” há as seguintes informações:
 - OBJECTID: Identificador gerado pelo ArcGis para os talhões
 - ID_SIG_SHP: Identificador dos talhões.
 - AREA_ha: Área em hectares.
 - produtiv_cana: Produtividade de cana-de-açúcar (ton ha⁻¹).
 - produção_cana: Produção de cana-de-açúcar (toneladas).
 - REFORMA: Estágio de desenvolvimento do talhão. Identificação das áreas que estão em reforma (REFORMA) ou não (N).
 - PREPARO: Tipo de preparo do solo. Cultivo mínimo (MINIMO) ou Cultivo convencional (CONVENCIONAL).
 - produtiv_palha: Produtividade de palha de cana-de-açúcar (ton ha⁻¹). Cálculo feito com base na literatura e resultados do projeto SUCRE: Relação palha x colmo =12%. Este valor pode ser alterado de acordo com o gestor de remoção de palha.
 - produção_palha: Produção de palha de cana-de-açúcar (toneladas).
 - EXCEDENTE: Quantidade de palha que poderá ser removida do solo (toneladas), conforme as condições propostas no “Guia de Boas Práticas”.
 - CAMPO: Quantidade de palha que deve permanecer no solo (toneladas), conforme as condições propostas no “Guia de Boas Práticas”.
 - Excedente_APTO: Quantidade de palha que poderá ser removida do solo caso o talhão seja classificado como apto (toneladas), conforme as condições propostas no “Guia de Boas Práticas”.
 - Campo_APTO: Quantidade de palha que deve permanecer no campo caso o talhão seja classificado como apto (toneladas), conforme as condições propostas no “Guia de Boas Práticas”.
 - TEXTURA: Textura do solo dos talhões.
 - DECLIVIDADE: Declividade dos talhões.

- E_SAC: Classes sujeitas a aptidão climática para cada talhão. A: Apto e SAC: Sujeito a aptidão climática, conforme as condições propostas no “Guia de Boas Práticas”.
- APTIDAO: ALTA, MEDIA ou BAIXA, definidos de acordo com as condições propostas no “Guia de Boas Práticas”.
- M.TEXTURA: Simplificação da nomenclatura das texturas.
- EPOCA: Época de colheita da cana-de-açúcar. INICIO (janeiro-maio); MEIO (junho-agosto) e FIM (setembro-dezembro).
- DISP_HIDRICA: Possui ou não sistemas de irrigação. SIM: Possui sistema de irrigação e NÃO: Não possui sistema de irrigação.
- RADIACAO: ALTA ou BAIXA, de acordo com a identificação visual pelo mapa de radiação.
- REMOCAO: Classes de remoção considerando apenas a aptidão climática.
- REMOCAO_F: Classes de remoção considerando todos os fatores de remoção, definidos no “Guia de Boas Práticas”.
- Na aba “Resultados”: São feitos os cálculos de produção de palha (toneladas) e área total das classes de remoção (hectares). Os cálculos levam em consideração a quantidade de palha que deve ser mantida no campo e quantidade de palha que pode ser totalmente removida, conforme o “Guia de Boas Práticas”.

Observação: Todos os parâmetros considerados na planilha podem ser alterados de acordo com o interesse do responsável pelo planejamento dos mapas de remoção de palha. Além disso, é possível adicionar ou remover novos parâmetros de remoção de palha, utilizando apenas as funções do excel.

5.8 MAPA DE REMOÇÃO

- Para gerar o mapa de remoção fazer a união dos talhões em formato shapefile com a tabela .csv gerado no item 5.7 (Figura 13). Para isso, no software SIG insira o shapefile e a tabela e em seguida, faça a junção dos dados. Para junção dos dados, no ArcGis, ferramenta: *Join* (Figura 14).

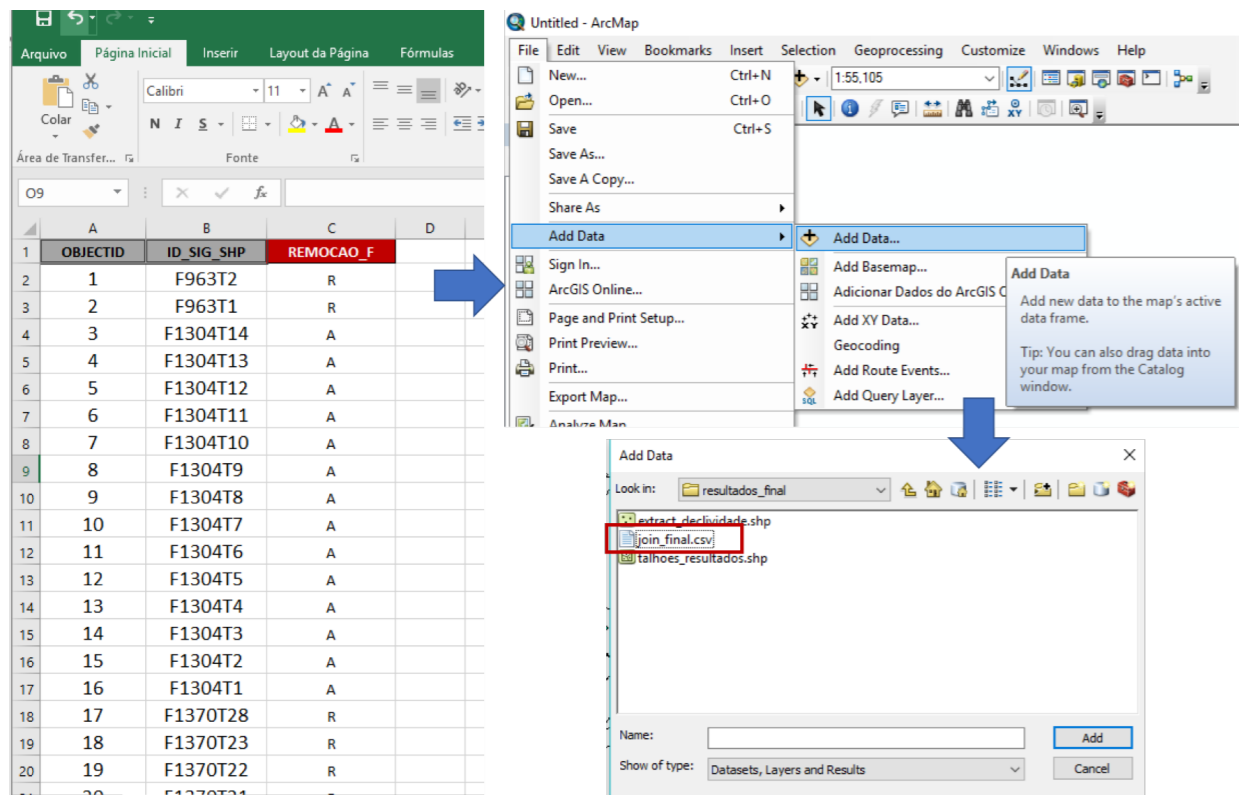


Figura 13. Inserir a tabela .csv no ArcGIS

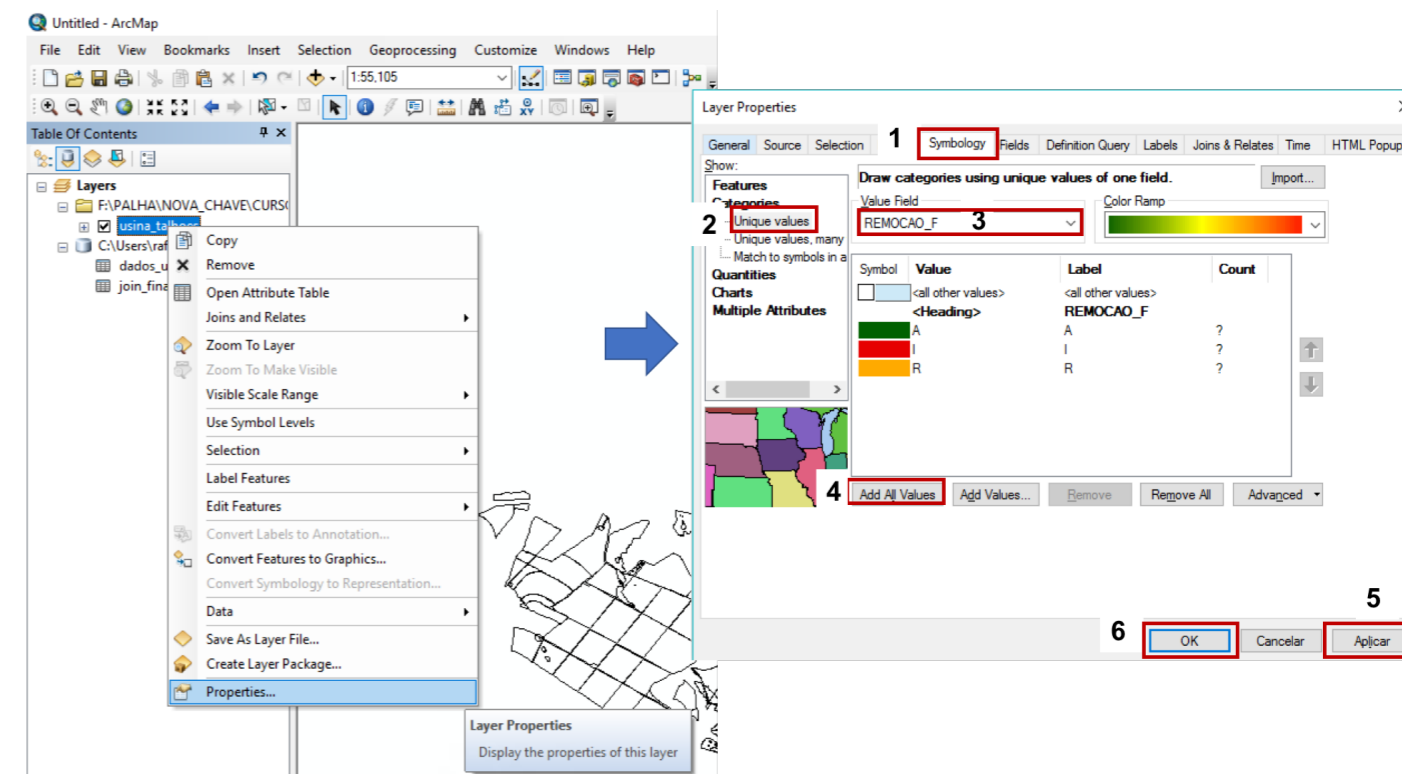


Figura 15. Adicionar as classes ao shapefile final

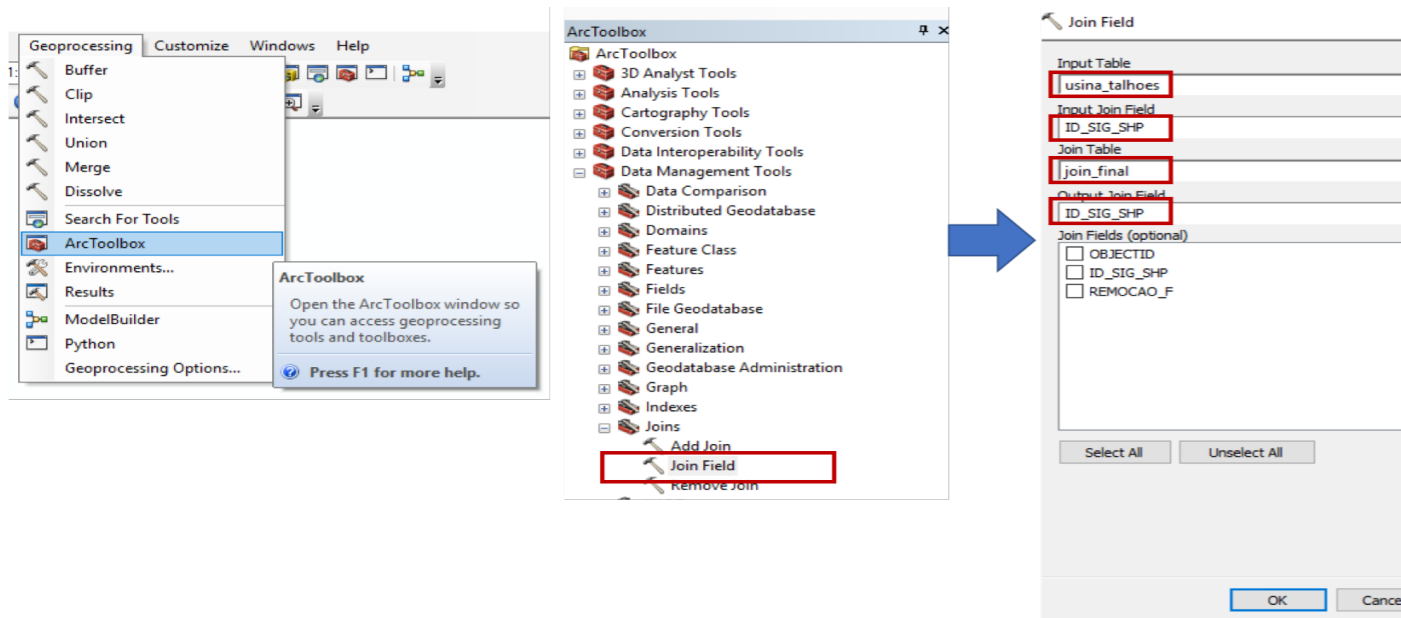


Figura 14. Junção dos dados no ArcGIS

• Para gerar o mapa final, edite as classes conforme a Figura 15. O layout pode ser feito de acordo com a Figura 16.

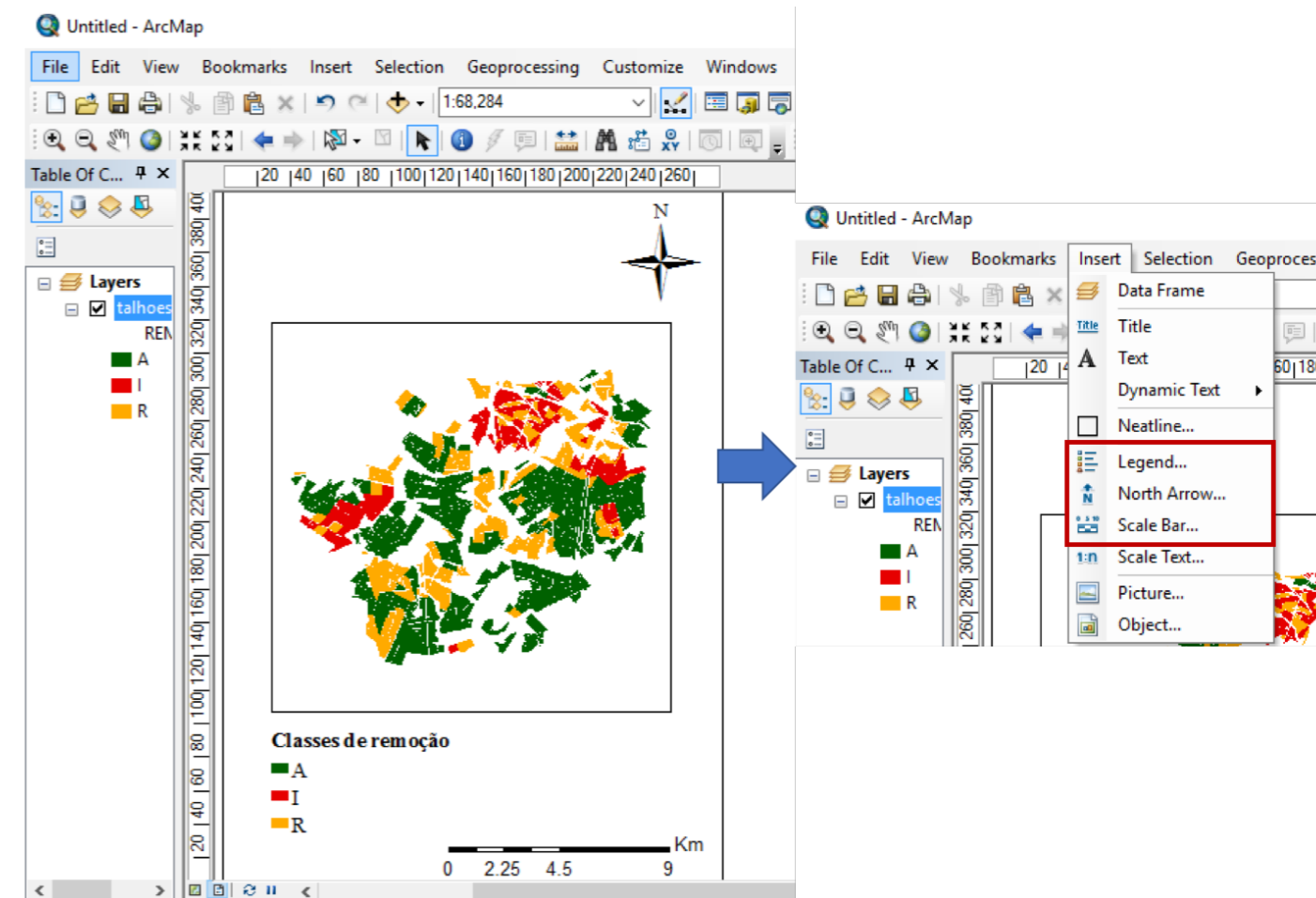


Figura 16. Criar o layout do mapa

6. SITES DE INTERESSE

- Dados de declividade:

- Topodata, dados de declividade e dados de MDEs: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>

- Modelos Digitais de Elevação (MDEs) de outros satélites também podem ser obtidos gratuitamente e a declividade pode ser calculada em softwares de SIG:

- <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/ac/ac.htm>

- <https://earthexplorer.usgs.gov/>

- Softwares:

- Qgis

- Site para download: https://qgis.org/pt_PT/site/

- Tutorial de instalação: <https://www.youtube.com/watch?v=pzUy3NJld0s>

- ArcGis

- Site para download: <https://www.esri.com/en-us/store/arcgis-desktop>

- Guia de instalação: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/get-started/installation-guide/introduction.htm>

- R

- Site para download:

- <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>

- <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>



CNPEM
Centro Nacional de Pesquisa
em Energia e Materiais

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

AVISO LEGAL

Apesar das informações neste arquivo derivarem de fontes confiáveis e os autores, revisores e editores deste material terem tomado medidas abrangentes para garantir a compilação e processamento destas informações em padrões comumente aceitos, o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM, seus representantes, funcionários, diretores, agentes, fornecedores ou terceiros mencionados neste arquivo não fazem qualquer declaração ou dão qualquer tipo de garantia, expressa ou implícita, sobre a veracidade, exatidão, adequação ou conformidade da informação para uma finalidade específica (comercial ou não) ou ausência de infração de propriedade intelectual ou direito autoral. Em nenhuma hipótese o CNPEM, seus representantes, funcionários, diretores, agentes, fornecedores ou terceiros serão responsáveis por danos diretos, indiretos, incidentais, punitivos, especiais ou consequenciais de qualquer natureza (incluindo, sem limitação, danos materiais e morais decorrentes do uso, incapacidade de uso ou resultados do uso) sejam eles baseados em garantia, contrato, responsabilidade civil ou qualquer outra teoria legal ou equitativa. O conteúdo desta publicação é protegido por leis de direitos autorais, tratados internacionais ou outros tratados e leis de propriedade intelectual. Exceto se expressamente disposto de forma contrária, os dados gerados pelo CNPEM no bojo do Projeto SUCRE podem ser reproduzidos desde que seja citado a autoria como sendo do Projeto SUCRE/LNBR/CNPEM e mantendo fidelidade ao conteúdo oficial dos documentos publicados.